

NYT MAGAZIN
FOR
NATURVIDENSKABERNE.

Udgives af den
p h y s i o g r a f i s k e F o r e n i n g

i

Christiania

ved

G. O. Sars og Th. Kjerulf.

Attende Bind.

Med 3 Steentryktavler og Træsnit.

CHRISTIANIA.

J O H A N D A H L.

1 8 7 1.

INDHOLD.

Første og andet Hefte.

	Side.
I. Om Jernet som Kanonmaterial af Bergkandidat C. W. Carstens	1.
II. Ornithologiske Bemærkninger til Norges Fauna af Robert Collett	161.

Tredie Hefte.

III. Ertsforekomster i Söndhordland af Helland . . .	227.
IV. Magnetiske lagttagelser i Sommeren 1870 af Getz .	276.
V. Öfver Filipstads bergslag i geognostiskt og mineralogiskt hänseende samt några allmänna reflektioner öfwer de Svenska järnmalmernas tilkomst och förhållanden af L. I. Igelström	301.
VI. Om Principerne for og formentlige Vanskeligheder ved Infinitesimalregning af Professor Dr. R. Hoppe . .	321.

Fjerde Hefte.

VII. Om Trondhjems Stifts geologi af Th. Kjerulf . .	1.
VIII. Et Par Ord om mathematiske Grændser af S. A. Sexe	81.

61088

Nyt Magazin
for Naturvidenskaberne

attende Binds 1ste Hefte.



Om Jernet som Kanonmaterial,

af

C. W. Carstens,

Bergkandidat.

Det er bekjendt nok, hvorledes det sidste Decennium betegner et meget betydningsfuldt Vendepunkt i Udviklingen af Artilleriets Vaaben. De store Nationer have gjort kolossale Anstrængelser for at skaffe tilveie Kanoner, der kunde tilfredsstille de forøgede Krav paa Styrke og Udholdenhed, som man har anseet for at være en uundgaaelig Følge af de større Fordringer til Projektilets Vægt, Hastighed, Rækkeevne og Træfsikkerhed, og man har allerede i dette korte Tidsrum udrettet særdeles Meget og drevet det til en hidtil ukjendt Grad af Præcision i Kanonmaterialernes Bearbejdelse.

Under saadanne Omstændigheder, da det gamle Skyts for en stor Del syntes at have tabt sit Værd og at være reduceret næsten til et blot og bart Paradeudstyr, var intet naturligere, end at artilleristiske Fagmænd i alle Lande, de smaa, som de store, ikke alene fulgte disse Bevægelser med levende Interesse, men ogsaa ønskede paa nærmere Hold

at lære Resultaterne at kjende og at tage dem til Indtægt for deres respektive Lande. Saaledes er naturligvis heller ikke vort Land bleven uberørt af denne Gjæring, som i Udlandet har sat saamange og store Kræfter i Bevægelse, og vort Artilleri har maaske i denne Hensende mere, end i nogen anden, faaet føle Ulemperne ved at tilhøre en liden Nation med smaa Ressourcer.

En liden Nation har nemlig her en flerdobbelt Vanskelighed at kjæmpe med. For det Første kan man i en Branche, som Kanontilvirkningen, aldrig vente at naa et endeligt Resultat, som man kunde haabe at blive staaende ved for en længere Tid, fordi den paa det nøieste er forbunden med og afhænger af Teknikens og specielt Jern-tekni-
k-
nikens Udvikling til enhver Tid, og denne uafsluttelig skrider fremad med Kjæmpeskridt. Man faar saaledes ogsaa her, som i saamange andre Retninger, være forberedt paa, at, hvad det ene Aar præsterer som det ypperste i sit Slags, maaske allerede det næste Aar kan være overfløjet; men der er vel faa Brancher, om nogen, hvor Følgerne af at ligge tilbage i Tiden kunne blive saa skjæbnesvangre, som her. Uagtet det vistnok, egentlig talt, gjelder et Fremskridt, saa maa man vel alligevel i denne Forbindelse have Lov til at betegne det som en stor Ulempe, der kan blive alvorlig nok for alle Lande, men isærdeleshed dog for de smaa, der ikke kunne magte disse uafsluttelige Forandringer. For det Andet ere de senere Tidens Bestræbelser inden dette Feldt paa langt nær ikke bleven kronede med det Held, som man kunde vente, og som de visselig havde fortjent; derom kan der vel nu for Tiden neppe være delte Meninger, saa splittet som Anskuelserne end ellers ere om Alt, hvad der vedrører Kanonmaterialerne. Til den Dag idag er det endnu ikke lykkedes at fremstille en Kanon, der be-

sidder et saa ubestrideligt Fortrin fremfor enhver anden, at den ikke har talrige og særdeles vægtige Modstandere, eller at endog blot en afgjort Pluralitet har kunnet slutte sig omkring den, og, hvor 10 Fagmænd ere sammen, kan man vel med temmelig Sikkerhed gjøre Regning paa at finde repræsenteret mindst to modstridende Anskuelser. Som Følge heraf finder man næsten overalt en Usikkerhed og Famlen, der i Forbindelse med den ovenberørte Omstændighed paabyder Forsigtighed og har tilfølge en Uendelighed af Forsøg. Dette rammer atter fortrinsvis de smaa Nationer, der heller ikke have den Udvei, nogenlunde hurtigt at kunne gennemføre med Konsekventse i deres hele Udrustning et enkelt Princip, hvilket formentlig altid vil have sine store Fordele, hvad der end maatte kunne siges for eller imod dette Princip selv.

En tredie Vanskelighed, der allerede er stor nok i sig selv, men end yderligere forværres ved de to førnævnte, er den Omstændighed, at Kanoner, som Følge af den Retning, Bevægelsen efterhaanden har taget, i senere Tider er bleven en foruroligende kostbar Artikel, og dette maa vel siges at være den største Vanskelighed af alle, navnlig for de mindre Lande. At Sagen har taget en saadan Vending, har naturligvis flere Aarsager, men, naar man kaster endog blot et flygtigt Blik paa denne storartede Kappestrid, hvor forøvrigt saa mange smaa Interesser synes at have spillet paa Bunden og øvet en større Indflydelse paa Retningen af den hele Bevægelse, end tilbørligt og ønskeligt var, kan man neppe frigjøre sig fra det Indtryk, at Artilleriet selv i denne Henseende ikke er aldeles uden Skyld, eller at det ialfald ikke har gjort, hvad det kunde, for at modarbeide det.

Ligesom man i Regelen ved de forskjellige Maskiner

vil have idetmindste nogen Adgang til, naar saadant behøves, ikke alene ved Forbedringer i Konstruktionen, men ogsaa ved Modifikationer i Kraftens Anbringelse at lette de Krav, som ellers maatte stilles til selve Materialet, saaledes gjelder det samme i nogen Grad visseligen ogsaa om Kanoner. De Midler, ved hvilke man skulde kunne arbeide til dette Øiemed, ere naturligvis Krudtet, dets Sammensætning og Form, hvoraf Forbrændingshastigheden betinges; men ligesom der idethele lige til den aller sidste Tid maa siges at være gjort forholdsvis meget smaa Fremskridt i Kjendskabet til dette Stof, der dog allerede tæller sin Existence efter Aarhundreder, isærdeleshed naar man anstiller en Sammenligning med de senere Tidens overordentlige Fremskridt paa andre Feldter, saaledes er det ogsaa betegnende for de første Aar, efterat Stødet var givet til disse Bestræbelser for at tilveiebringe paa eengang kraftigere og paa lideligere Kanoner, at man syntes fuldstændig at glemme Kraften (Krudtet) over Kanonen. Istedetfor at lade begge disse fuldkommen sideordnede Hensyn, Krudtet paa den ene Side, og Materialet paa den anden, løbe jevnside med hinanden og offere begge Faktorer ligemegen Opmærksomhed, synes Artilleriet ligetil den allersidste Tid at have valgt den lettere Vei for at skaffe sig det virksomme Skyts, som Tiden krævede, — den nemlig simpelthen at raabe paa stedse bedre og bedre Materialer, i Tillid til, hvad den moderne Jernindustri formaaede at præstere, uden at man samtidig gjorde tilsvarende Anstrængelser for at skaffe nogen Lettelse for selve Materialet fra den Kant, hvorfra en saadan ene kunde hentes, nemlig fra Krudtet. Broderparten af den vanskelige Opgave at skaffe tidsmæssige Kanoner er saaledes bleven kastet over paa Jernindustrien, som her uimodsigelig ogsaa har udrettet store Ting, men dog ikke

har kunnet tilfredsstille de stedse voxende Krav. Paa den anden Side maa det vistnok indrømmes, at Fristelsen til saaledes at skyde tilside den Del af Opgaven, som Artilleriet selv nødvendigvis maatte have overtaget Løsningen af, Forbedringer ved Krudtet, og til at stille den anden Halvdel i Forgrunden, har været meget stor. Jernindustrien bliver nemlig under alle Omstændigheder en uundværlig Bundsforvandt for Artilleriet, og paa Grund af dens overordentlige Fremskridt laa det unegtelig meget nært at forsøge, hvor langt man ad den Vei kunde naa, men — hvad der er det væsentligste — den greb ogsaa selv aktivt ind og tog i flere ad de vigtigste Spørgsmaal endog selv Initiativet; man behøver ber blot at minde om Navne, som Robins, Nasmyth, Withworth, Armstrong og Mallet, af hvilke intet tilhører Artilleriet. Hvor naturligt og let forstaaeligt det saaledes end er, at Artilleriet kom ind paa denne Vei, saa er det alligevel et Faktum, der har trukket flere væsentlige Følger efter sig.

Den første naturlige Konsekventse var den, at man lagde al sin Kraft paa Kanonens Konstruktion eller endog tog sin Tilflugt til en mer eller mindre kunstig og kompliceret Bygning eller Sammensætning af Kanonen, for dermed at tilveiebringe den Styrke, som man forlangte, men som man hidtil ikke havde været istand til at udvikle hos selve Materialet. Der fremstod saaledes i kort Tid flere forskellige Systemer, Withworth, Armstrong, Frazer, Ames o. s. v., om hvilke der grupperede sig hele Partier, som mangan Gang i tykt og tyndt forsvarede deres engang udkaarede System. Paa denne Maade udspandt sig en temmelig varm Strid, som man vel tildels ogsaa har sporet hos os, og som visse i flere Henseender har havt sin store Nytte, fordi den

bidrog til at klare mange væsentlige Punkter. Men netop fordi Striden førtes med saadan Styrke fra alle Kanter, og Opfinderne eller Forfægterne af de forskjellige Systemer altid søgte og i Regelen ogsaa fandt Anledning til at realisere deres Ideer paa den aller fuldkomneste Maade ved at tage tilhjelp alle Nutidens betydelige Fremskridt i Tekniken, kom den paa en Maade til at korrigere sig selv og til selv at lede Bestræbelserne tilbage i det rette Spor, idet den fremkaldte Erkjendelsen af det Usandsynlige i paa denne Maade alene, udelukkende ved Forbedringer i Konstruktion og Bygning af Kanonen, at faa Opgaven løst, saaledes at Opmærksomheden atter mere blev henvendt paa Krudtet (cfr. bl. A. Forsøgene med Nobel's Apparat).

En anden, men mindre heldig Konsekventse var denne, at det økonomiske Spørgsmaal blev trængt stærkt i Baggrunden, og anderledes kunde det vel heller ikke være, naar man uafsladelig spændte Fordringerne baade til Material og Arbeide stedse høiere og høiere. Beviser for, at saa er, ville ikke være vanskelige at finde; de kunne hentes i Mængde fra næsten alle Lande, ogsaa fra vort eget; England t. Ex. besad indtil 1858 ikke en eneste Kanon, som kostede mere, end 100 £, og allerede 10 Aar senere kostede enhver af de større Kanoner flere tusind Pund, og, naar det saa gjelder at udstyre et helt Land med saadanne Resultater af Tidens „Fremskridt,“ saa bliver det i Sandhed for mange Lande en saare alvorlig Sag. Fik man imidlertid paa den Vis tilfredsstillende Kanoner, som man kunde slaa sig til Ro med, saa var alligevel derpaa intet at sige, og man havde i det høieste kun Adgang til at beklage, at Udstyret med Kanoner var en saa overordentlig kostbar Affaire. Saalænge Experimenterne ikke vare tilstrækkelig omfangsrige til at godtgjøre, at der idetmindste paa Indu-

striens nuværende Standpunkt intet enkelt Material eller ingen Kombination af Materialer eksisterer, som giver fuldkommen tilfredsstillende Resultater for Kanoner eller endog blot kan betegnes som det bedste i enhver Henseende, var det maaske fuldt berettiget, at Artilleriet arbeidede med saa kostbare Midler og ingen Opofrelser skyede, hverken hvad Arbeide eller Material angaar. Men i denne Henseende ialfald har den store Række af Forsøg, til hvilken næsten alle Lande have ydet sit Bidrag, bragt et utvivlsomt Resultat; hverken Rujern, Staal eller Stangjern eller nogen Kombination af disse tre Materialer have vist sig i Besiddelse af en saa ubestridelig Overlegenhed, at noget af dem ubetinget kan tilkjendes Prisen i alle Henseender, hvilket desuden allerede den Omstændighed beviser, at man fremdeles er ivrigt sysselsat med Forsøg. Det ene Material excellerer i en Retning det andet i en anden, og, eftersom nu den ene Fagmand stiller enkelte af de Fordringer, man i Almindelighed er enig om at opstille til en Kanon, høiere, end de øvrige, anser han følgelig ogsaa de Egenskaber, som dække disse Fordringer, for de vigtigste, den anden tror igjen paa samme Maade at burde fremhæve andre Egenskaber. Da saaledes med andre Ord hver enkelt Fordring til et Kanonmaterial ikke veier ligemeget i Alles Øine, er det forstaaeligt, hvorledes Anskuelserne kunne divergere saa betydeligt, som Tilfældet er. Naar alligevel enkelte større Stater maaske kunne synes at have taget en endelig Bestemmelse til Gunst for det ene eller det andet Material, saa er det neppe for dristigt at antage, at et Sammenstød af ganske særegne Forholde her for en temmelig stor Del har gjort sig gjeldende, hvilket ogsaa nedenfor skal blive berørt, og man tør derfor neppe tillægge denne Omstændighed den Vægt, som den ellers utvivlsomt

burde kunne gjøre Fordring paa, og det saameget mindre, som disse Afgjørelser, forsaavidt de overhovedet kunne siges at existere, tildels endog ere hinanden aldeles modstridende.

Naar under saadanne Omstændigheder den økonomiske Side af Sagen, Prisspørgsmaalet, træder til, hvilket idetmindste for de smaa Nationer med deres indskrænkede Artilleribudgetter i alle Tilfælde vil være et særdeles væsentligt Moment, saa synes det allerede ved første Blik temmelig tvivlsomt, hvorvidt man i denne Henseende kan opstille noget Almengjældende for alle Forholde, for alle Lande, og hvorvidt man er berettiget til at slutte, at et lidet Land, som Sagen nu staar, gjør rettest i at gaa den samme Vei, som en større Nation har troet at burde slaa ind paa; det enkelte Lands Vilkaar synes meget mere nu for Tiden, paa Sagens nuværende Standpunkt, med fuld Ret at kunne gjøre sig gjeldende ved Anskaffelsen af Kanoner.

Det er væsentlig denne Omstændighed, som har bevæget Forf. af denne lille Afhandling til at vove sig ind paa et Feldt, hvor der allerede foreligger saa udmærkede Arbejder af de største Autoriteter, som en Mallet, en Rodman, en Armstrong o. m. fl., og hvor han saaledes ikke kan haabe at levere noget væsentligt Nyt, men idethøieste at fremdrage enkelte Punkter, som netop for vort Lands Vedkommende synes at fortjene mere Opmærksomhed, end der hidtil er blevet dem tildel. Dertil har endnu knyttet sig den Betragtning, at, forsaavidt et lidet Land, som vort, vil fortsætte med Forsøg vedrørende Kanonmaterialerne, maatte det ansees ønskeligt, om det lod sig gjøre at lede disse Experimenter idetmindste for en Del i en saadan Retning, at man havde for Øje Muligheden af at finde et nogenlunde tilfredsstillende, men billigere Kanonmaterial,

end Staalet og Stangjernet have vist sig at være, og i denne Henseende skal jeg specielt tillade mig at henlede Opmærksomheden i en bestemt Retning, som visselig ikke er ukjendt, men som synes at være undervurderet. Da Forf. ikke er Militær, tør det være overflødigt udtrykkelig at bemærke, at Læseren i den følgende Udvikling vil finde den hele Opgave betragtet væsentlig kun fra et rent teknisk Standpunkt.

I.

Om de Kræfter, som optræde i en Kanon.

Førend vi gaa over til at betragte, i hvilken Grad de forskellige Materialer ifølge deres specielle Egenskaber maatte egne sig for Kanontilvirkningen, er det nødvendigt at gjøre sig Rede for de forskellige Paavirkninger eller Kræfter, som det er et Kanonmateriales Opgave at modstaa. Fuldkommen Klarhed i dette Stykke kan man vistnok ikke for Øieblikket haabe paa langt nær at opnaa, da man her har for sig et særdeles kompliceret Spil af Kræfter, til hvis fuldstændige Belysning der vilde behøves en stor Mængde Experimenter, som endnu ikke ere gjorte, og som vel tildels heller ikke engang have kunnet gjøres; men, da dette alligevel er et Hovedspørgsmaal, har det dog været Gjenstand for mange theoretiske Betragtninger og praktiske Forsøg. De vigtigste Resultater af disse skulle vi her i Korthed forsøge at fremsætte for at have en Rette-

snor for de følgende Undersøgelser, og dertil skulle vi tillige føie et Par Slutninger, som man kan uddrage fra Experimenter i ganske andre Retninger, men som synes egnede til at kaste noget Lys over, hvad der gaar for sig i en Kanon, idet den benyttes til fortsat Skydning.

Først og fremst maa man skjelne mellem to forskellige Slags Paavirkninger, det ene kun momentant, Pressionen fra Krudtgasene, der paa Grund af disses overordentlige hurtige Udvikling virker som et direkte Stød, — det andet vedvarende gennem et længere Tidsrum, de forskellige Tensioner i Massen.

For at begynde med de momentant virkende Kræfter, saa er man vel nu for Tiden enig om at dekomponere det direkte Stød fra Krudtexplosionen i følgende fire Kræfter: 1) en tangential, der tenderer til at splitte Kanonen op efter Længden, — 2) en longitudinal, der virker i Retning af Kanonens Axe, — 3) en transversal, der stræber ligesom at brække Kanonen op transverselt, — 4) en Kompressionskraft, der, virkende fra Axen radialt udover, tenderer til at komprimere Materialet, og derved til at forringe Kanonens Vægtykkelse og øge Lobets Diameter. For de tre førstnævnte Kræfter har man under Betingelser, der dog ikke fyldestgøres i Praxis, forsøgt at opstille en numerisk Værdi. Naar P = Pressionen pr. Enhed af Lobets Overflade, og S = Metallets absolute Fasthed, saa vil, dersom Metaltykkelsen antages lig Kalibret, Tendentsen til Brud være:

$$1) \text{ tangentialt} = \frac{3}{2} \frac{P}{S}$$

$$2) \text{ longitudinalt} = \frac{P}{2 S}$$

$$3) \text{ transversalt} = \frac{2}{3} \frac{P}{S},$$

d. v. s. Brud vil indtræde, 1) naar $3 P > 2 S$, 2) naar $P > 2 S$, 3) naar $2 P > 3 S$. Efter dette er det altsaa den tangentiale Kraft, fra hvilken man har mest at frygte for Kanonens Sikkerhed. Disse fire Kræfter virke alle kun nomentant, som Stød, men, vel at mærke, alle samtidig. Ved hurtig Fyring eller ved Anvendelsen af ophedede Projektiler ville disse Kræfter yderligere forstærkes, fordi den Ophedning af Kanonvæggene, som er en Følge deraf, vil bevirke en hurtigere Forbrænding af Krudtet og saaledes en voldsommere Kraftudvikling og tillige indirekte forøge Tensionen hos Krudtgaserne, fordi Varmetabet isaafald bliver mindre.

Det falder naturligst i Sammenhæng med disse Kræfter ogsaa at behandle Vibrationerne i Metalmassen, fordi disse ere en direkte Følge af Stødet, og de med Hensyn paa Varighed maa antages at falde mellem de fra Krudtexplosionen hidrørende Stødkræfter og de permanente Kræfter, Tensionerne. Spørgsmaalet om, hvilke Virkninger disse Vibrationer i Massen medføre, er ingenlunde let at besvare, men det tør vistnok ansees utvivlsomt, at de i hvert Fald repræsentere en altfor betydelig Kraft, eller maaske rettere for Materialet ere altfor følelige i deres Virkninger til at kunne forbigaaes i Taushed eller affærdiges blot med en løselig Omtale af deres Existence, hvilket ikke sjelden sker.

Det er bekendt, hvilke ødelæggende Virkninger vedvarende Vibrationer udøve paa Messing, hvorledes dette Material under Indflydelsen af saadanne bliver „kört“, sprødt og tilsidst i høieste Grad skjørt; den bedste Messingtraad kan paa denne Vis i faa Uger drives derhen, at den ikke mere taaler den allerringeste Bøining uden at knække, og Ulemperne ved denne eiendommelige Egenskab hos Messing føles jo ogsaa ved flere Anvendelser i det daglige Liv; den

Andreas Holmsen

egentlige Aarsag dertil kjender man imidlertid ikke; men det viser sig, at der under saadanne Omstændigheder indtræder en synlig Forandring i selve Massens Konstitution, og at denne skrider fremad udenfra indad.

Af dette Forhold hos Messing maa man formentlig kunne slutte til Vibrationernes Indflydelse paa Bronzekanonner. Derimod kan man naturligvis ikke gjøre nogen direkte Slutning fra Messing til Jern, fordi det ene er en Legering, det andet et enkelt Metal. At imidlertid Vibrationerne virkelig kunne øve en ufordelagtig Indflydelse ogsaa paa Jernet, bekræftes noksom af en, snart sagt, daglig Erfaring i de fleste Brancher af Industrien, og man finder ovenikjøbet direkte Beviser for det i enkelte Experimenter af Fairbairn, Roebling o. fl. Af hvad Natur denne Vibrationernes Virkning paa Jernet egentlig er, bliver et andet Spørgsmaal. Man ser særdeles hyppig anført Exempler paa, at heftige eller vedvarende Vibrationer skulle have gjort Jernet krystallinsk og skjørt, fordi de have forandret dets Textur, dets Krystallisation. Det er vistnok muligt, at disse Paastande ikke savne al Grund; men paa den anden Side turde det for det Første falde vanskeligt at levere det fak-Bevis for, at disse supponerede Forandringer i Massen virkelig hidrøre fra Vibrationer og ikke fra andre Aarsager, t. Ex. en Varmeudvikling, og dernæst kan det maaske heller ikke ansees fuldstændig bevist, at disse angivelige Forandringer (at Smedejernet gaar over fra senigt til kornigt — krystallinsk) virkelig existere eller ialfald fremtræde saa umiskjendeligt og saa hyppigt, som man idelig ser anført; thi de kunne ialfald først iagttages, efterat Bruddet er skeet, og man kan, som bekjendt, af Strukturen i en Brudflade af Smedejern ingenlunde med Sikkerhed slutte sig til Jernet virkelige Beskaffenhed, fordi man i en og samme Barre

kan fremkalde næsten et hvilket som helst Slags Brud blot ved at variere Brydningsmaaden, og Tiden i denne Henseende er det Afgjørende for Bruddets Karakter. Selv om man dog vil holde fast ved en saadan Forklaringsmaade af Vibrationernes Indflydelse, idet man antager en formelig Omkrystallisation af Jernmassen, der saaledes gaar over fra en senig Struktur til en kornig-krystallinsk, vilde den formentlig kun finde Anvendelse paa Smedejern og i Høiden Staal; men det vilde dog være altfor urimeligt at antage, at saa heftige Rystelser, som en Kanon er udsat for, ikke skulde øve nogen Indflydelse ogsaa paa Rujernet. Det synes derfor naturligtst at tænke sig, at de ved Stødet frembragte Vibrationer i Kanonmassen simpelthen ville afficere Cohæsionen saaledes, at de ligesom løsne en Smule (hvad man paa Tydsk vilde udtrykke ved det særdeles betegnende Ord „auflockern“) den i enhver Jernvarietet mer eller mindre fremtrædende krystallinske Textur og angribe den indre Sammenhæng mellem de enkelte Krystalindivider eller Krystalgrupper. Naar et Material med idelige Gjentagelser er udsat for saadanne Paavirkninger, synes det klart, at dets Modstandsevne mod ydre Kræfter vil lide derunder, og at altsaa Vibrationerne ubetinget vilde svække Materialet og det i en ikke liden Grad. Denne Forklaringsmaade stemmer ogsaa nærmest overens med Roebing's Anskuelser*) om Aarsagerne til, at Smedejernkonstruktioner svækkes under Indflydelsen af Vibrationer; han antager nemlig at de enkelte Fibrer eller Lameller i Smedejernet løses, hvilket endnu mere vil paaskyndes derved, at de stedse i høiere eller mindre Grad ville være omgivne af Slag-

*) Originalafhandlingen skal findes i „Engineer“ for 1861, hvilken desværre ikke har været mig tilgængelig.

partikler. Vi komme senere atter tilbage til Vibrationerne.

Ved Siden af de kun momentant arbejdende Stødkræfter, som Krudtets Explosion ved hvert enkelt Skud sætter i Bevægelse mod Kanonvæggen, og de derved foraarsagede Vibrationer, har man, som nævnt, ogsaa permanente Kræfter, der spille en særdeles betydelig Rolle, og maaske endog ville vise sig at stille de vanskeligste Opgaver, man har at løse ved Kanontilvirkningen, forsaavidt man ligeoverfor dem er temmelig hjælpeløs. Disse ere 1) de naturlige Tensioner i Materialet, 2) de kunstige, med Forsæt fremkaldte Tensioner, og endelig 3) Varmetensionerne, som den ved Krudtets Forbrænding udviklede Varme fremkalder. Alle disse Tensioner uden Undtagelse hidrøre i Grunden fra Materialets Forhold ligeoverfor Varmen, dets Udvidelse ved tiltagende, dets Svinden ved aftagende Temperatur.

For det Første fremkommer der under Forarbejdningen Tensioner derved, at de forskellige Dele af samme Gjenstand paa Grund af ydre Omstændigheder, ulige Dimensioner eller saadant, ophedes og afkjøles med ulige Hastighed og derfor ogsaa svinde i ulige Grad, idet en langsommere Afkøling fremkalder en stærkere Svinding, end en hurtigere Afkøling. Men selv om man havde i sin Magt at stille alle Dele af en Gjenstand, de indre, saavel som de ydre under aldeles lige Afkølingsvilkaar, hvilket aldrig i Virkeligheden kan siges at være Tilfældet, saa vilde der ganske utvivlsomt desuagtet, navnlig ved Rujern, fremkomme Tensioner i Massen, men af et andet Slags, fordi Jernet, som vi strax skulle se, ikke er et homogent Stof, men en mekanisk Blanding af flere meget forskelligartede Bestanddele, som forholde sig forskelligt ligeoverfor Var-

men. Man ser saaledes, at Metalurgen umulig kan beherske disse Forholde, og at, hvorledes man end arrangerer sig, vil der dog altid fremkomme Tensioner, om man end i mange Tilfælde vil være istand til at modificere dem en Smule og forringe deres skadelige Virkninger. Alle de her nævnte Tensioner, der fremkomme af sig selv under Kanonens Tilvirkning, mod Ens Villie og hyppig ogsaa mod Ens Vidende, men som vel desværre aldrig ville mangle, saasnart Materialet har været underkastet en Behandling ved høiere Temperaturer, have vi her for Kortheds Skyld sammenfattet under Betegnelsen „naturlige“ Tensioner. Hvilken fremtrædende Rolle de spille er det ikke vanskeligt at faa en Ide om; enhver praktisk Støberidrift kan levere Vidnesbyrd i Overflod, — alle de Kunstgreb, man benytter for at undgaa dem eller gjøre dem, saavidt muligt, uskadelige, — hvorledes store Støbestykker kunne springe itu ikke alene under selve Afkjølingen, men endog længere Tid bag efter uden nogensomhelst synlig Aarsag, eller, om de ikke springe aldeles istykker, hvorledes de kunne faa større eller mindre Sprækker eller Ridser, der noksom vise, hvilken betydelig Spænding i Massen der maa have fundet Sted, idet der fordres en ganske overordentlig Kraft for atter at drive saadanne gabende Spalter sammen, o. s. v.

En anden Sag er det, at disse Tensioner, ialfald delvis, efterhaanden gennem et længere Tidsrum synes at forsvinde paa Grund af de eiendommelige, endnu forholdsvis lidet opklarede molekulære Bevægelser, som kunne finde Sted i rigide Legemer, og som der maaske senere vil være Anledning til at betragte noget nærmere (cfr. den Erfaring, at Rujernkanoner vinde ved at ligge hen). Imidlertid kan man i de fleste Tilfælde neppe tilkægge denne Tendents hos Molekulerne til efterhaanden at indtage en ny Ligevægtstilstand

og derved at ophæve de naturlige Tensioner, noget synderligt Værd for Praxis, fordi disse Forandringer i Regelen kræve meget lange Perioder. Da saaledes Metalurgen idet hele maa siges at være temmelig magtesløs ligeoverfor disse naturlige Tensioner, vil deres skadelige Indflydelse paa Materialets og Gjenstandens Styrkeforholde ogsaa blive følelige ved Kanontilvirkningen, hvad enten Kanonen fremstilles ved Støbning eller Smedning, især dog i første Tilfælde.

Hvad dernæst de kunstige, med Forsæt fremkaldte Tensioner angaar, saa siger det sig selv, at, naar disse anbringes paa en Kanon, maa de fornuftigvis modarbejde alle eller enkelte af de Kræfter, som stræbe at sprænge Kanonen, da de jo ellers blive fuldstændig meningsløse. De kunne tilveiebringes saavel ved støbte Kanoner (Rodman's Methode), som ved smedede (Armstrong's Methode) og Hensigten med dem er at bringe de indre, centrale Partier af Kanonen i en Tilstand af Kompression og de ydre Partier i en Tilstand af Spænding, for at enhver Del af Materialet skal kunne overtage en nogenlunde ligelig Anpart af Angrebet, hvilket ellers ikke opnaaes, naar Metalcylindern har en noget betydeligere Vægtykkelse. Naar man tænker sig en Metalcylinder bestaaende af mange tynde, concentriske Lag, saa vil, som bekjendt, ethvert af disse Lag yde en Modstand, deltage i den samlede Masses Modstand mod en indenfra radialt udad virkende Kraft i et Forhold, omvendt som Kvadratet af Afstanden fra Axen, og den Hjælp, de enkelte Lag yde, vil saaledes aftage hurtigt, eftersom man rykker udover. Man kan derfor ikke vilkaarligt forøge Kanonens Styrke blot ved at forøge Vægtykkelsen; hvert nyt Tilskud i Materialtykkelsen bliver mindre og mindre effektivt, og man naar meget snart en Grændse, hvor Tilskuddet

i Kanonens Styrke vilde være næsten ganske forsvindende, om man yderligere forøgede Vægtykkelsen. Man bliver derfor i Praxis i Regelen staaende ved en Vægtykkelse lig Kalibret eller lidt derover; men selv da ville de indre Partier have at bære en aldeles uforholdsmæssig Del af Angrebet, saa at disse allerede kunne være spændte over Evne, naar de ydre Dele først begynde at angribes. Forholdet stiller sig saaledes ugunstigt, selv om man kunde antage, at Massen iforveien var fri for enhver Tension, hvilket den imidlertid aldrig er. I enhver helsmedet eller navnlig helstøbt Blok vil den ulige Afkøling i det Indre og Ydre, som allerede antydte, foraarsage en ulige Svinden, hvorved de mere centrale Partier komme i en Tilstand af Extension, altsaa ganske modsat, hvad man ønsker. Det er, som sagt, for at modarbejde disse meget væsentlige Ulemper, at man har grebet til den Udvei at anbringe de her nævnte Initialtensioner. At bedømme disse kunstige Tensioners virkelige Værd i Praxis, og i hvilken Udstrækning man ved dem opnaar sin Hensigt, skulle vi for Øieblikket ikke indlade os paa.

Endelig have vi de Tensioner, som fremkomme ved Kanonens Ophedning under Skydningen, Varmetensionerne. Naar Krudtet ved Affyringen af en Kanon forbrænder, udvikles der en saa betydelig Varmemængde (1 Kilogr. giver efter Bunsen og Schiskoff 620 Varmeenheder), at Krudtgasernes enorme Pression i Kanonløbet utvivlsomt for den langt større Del hidrører fra den ved Varmen bevirkede Expansion, end fra Gasernes Mængde. Hvis man skulde faa hele Krudtmængdens Kraft udnyttet for det specielle Øiemed med Skydningen, at meddele Projektilet den størst mulige Hastighed, maatte hele denne betydelige Varmemængde, som udvikles ved Krudtets Forbrænding, ubeskaa-

ret forbruges til at forøge Gasernes Tension, og ad den Vei transformeres til levende Kraft. Men uheldigvis eller heldigvis — som man vil tage det — sker ikke dette. Som man allerede paa Forhaand kan vide, naar en kold Metalmasse kommer i Berøring med Gaser af en saa særdeles høi Temperatur, vil en stor Del af den udviklede Varmemængde gaa over paa Metallet. Vistnok vil den forplantede Varmemængde afhænge af Tiden, i hvilken Gaserne og Metallet ere i Berørelse med hinanden, og denne er jo i det foreliggende Tilfælde overordentlig liden, maaske kun en Brøkdel af et Sekund, men paa den anden Side er den Varmekvantitet, som overføres, en Funktion af Temperatur-differentsen, er proportional med denne, og denne Differents mellem Krudtgasernes Temperatur (et Par tusind Grader) og Metallets er overordentlig stor. I en Afhandling over Krudtets Virkning i Skydevaaben beregner Prof. Guldberg det nyttige Arbeide til kun cr. 19 pCt. og Arbeidstabet ved Krudtgasernes Afkøling ved Kanonvæggene til omkring 50 pCt., hvilket maaske endog tør ansees som et Minimum. Praktisk har man ogsaa rigelig Anledning til at overbevise sig om det Varmetab, som Kanonvæggenes Ledning medfører, idet enhver Kanon under Skydningen opvarmes saa stærkt, at man meget snart kan føle det paa dens Yderflade. Relativt taget, er dette Varmetab saameget større, jo mindre Kanonen er. Ved Affyringen af en Kanon fremtræder der vistnok ogsaa andre Varmekilder, t. Ex. Friktionen fra Projektilet, men ved Siden af Varmedviklingen fra Krudtet fortjene de dog neppe synderlig Opmærksomhed, ialfald ikke i denne Sammenhæng.

Imidlertid har naturligvis den absorberede Varmemængde i og for sig lidet at sige med Hensyn paa Kano-

nens Styrkeforholde, da Jernets Styrke*) neppe forandres synderlig ved de Temperaturer, som der her kan blive Tale om, og en overalt fuldkommen jævnt opvarmet Cylinder maa være i en Tilstand af fuldstændig Ro og Ligevægt, uden noget Slags Tension. Men det er selvfølgelig Differentsen mellem Temperaturen i de indre og ydre Partier af Kanonen, som der her bliver Spørgsmaal om, og denne afhænger i et givet Tilfælde væsentligst af Materialets Ledningsevne og Udstraalingsevne. Noget fyldestgørende Udtryk for Varmefordelingen i en Kanon turde det neppe være muligt at opstille, da flere af de dertil nødvendige Data mangle; men allerede af den Omstændighed, at Varmen meddeles til den lille Overflade, som det egentlige Løb frembyder, medens den udstraaler fra den mange Gange større ydre Overflade, kan man skjønne, at, hvor stor end Materialets Ledningsevne er, maa denne Differents mellem Temperaturen i det Indre og det Ydre være stor. Desuden er Jernet en af de daarligste Varmedelere blandt Metallerne (efter Wiedemann og Franz er dets Ledningscoefficient $= 11,9$, naar Sølvets $= 100$, og Kobberets $= 77,6$), paa samme Tid som f. Ex. en ubearbejdet Rujernflade udstraaler Varmen meget stærkt, en blank Stangjern- og Staalflade vistnok betydelig mindre, men dog mere, end t. Ex. Bronze; uagtet Varmens absolute Hastighed i de forskjellige Metaller endnu er en ukjendt Størrelse, er der dog flere Omstændigheder, som tyde paa, at denne maa være liden, og efter alt maa det saaledes ansees som hævet over enhver Tvivl, at Temperaturdifferentsen mellem det Ydre og det Indre i enhver Jernkanon maa være meget betydelig (cfr. forøvrigt Wiedemann's

*) Fairbairn tillægger Jernet en større Fasthed ved en Temperatur af $1-300^{\circ}$, end ved almindelig Temperatur. (Cfr. ogsaa Direktør Styffe, Jernkont. Ann. 1866. Hefte 3.)

Forsøg, Pogg. Ann. B. 95, Biot's Forsøg o. fl.). De indre Partier ville derfor udvide sig meget stærkere, end de ydre, og som Følge deraf vil der ved fortsat Skydning opstaa en voldsom Tension i Massen.

Det næste Spørgsmaal bliver, i hvilken Retning disse Tensioner virke, om de understøtte Kanonens Modstands-
evne mod de øvrige Kræfter, eller de forringe den. Først og fremst maa erindres, at Jernet ved Varmen udvider sig i alle Retninger, om ikke nøiagtig i lige Grad, saa dog meget nært; derfor ville Virkningerne af en ulige Opvarmning og en deraf følgende ulige Udvidelse i de indre og ydre Partier for en meget væsentlig Del bero paa Gjenstandens Form, hvorvidt denne foraarsager nogen Uregelmæssighed i Tensionerne, en Spænding i flere forskellige Retninger, eller ei. Naar f. Ex. et kugleformigt Legeme, en Hulkugle, tænkes stærkere ophedet indeni, end udenpaa, vil denne Jernets Udvidelse i alle Retninger kun fremkalde ensartede Tensioner, der snarere ville styrke, end svække, hvortil desuden kommer, at Kuglen frembyder den gunstigste Form for Modstand mod en fra Centrum radiale udad virkende Kraft. Anderledes stiller Forholdet sig ved et cylinderformigt Legeme, som en Kanon, hvor man, for at faa en nogenlunde klar Oversigt, idetmindste faar skjelne mellem to Retninger for Udvidelsen, den tangentielle og den longitudinale, fordi disse fremkalde Tensioner af væsentlig forskjellig Virkning.

Holde vi os for det Første til den tangentielle Udvidelse, saa er det klart, at naar de indre Dele af Kanonen stræbe at udvide sig tangentialt, vil der i de mere centrale Partier fremkomme en Tilstand af Kompression og fremforalt i de ydre en Tilstand af Extension, altsaa omtrent de samme Tensionsforholde i Massen, som man ad kunstig

Vei søger at fremkalde i den Hensigt, at alle Dele af Kanonen skulle komme i Virksomhed ved Krudtets Explosion og i tilbørlig Grad bidrage til at modstaa Virkningerne af Gaspressionen. Hvis man kunde antage, at Temperaturen i Kanonvæggene, naar disse helt igjennem bestaa af samme ensartede Material, fra et Maximum inderst ved Løbet vilde aftage aldeles jevnt og ikke altfor hastigt udover mod den ydre Overflade, saa vilde ved en saadan Temperaturfordeling nødvendigvis ogsaa Tensionerne i Massen vise en saa fuldkommen jevn Overgang fra de inderste til de yderste Lag, som man aldrig vil være istand til at fremkalde den ved nogen af de kunstige Metoder, man hidtil har bragt i Anvendelse; men dette vilde ikke være muligt uden en mere kontinuerligt yrkende Varmekilde i Kanonens Indre, og en saadan har man jo aldeles ikke. Her træder Varmekilden kun i Virksomhed, hvergang Kanonen affyres, og for hvert Skud virker Flammen paa Løbets Overflade kun gennem et meget kort Tidsrum, kun en liden Brøkdel af den Tid, der hengaar mellem hvert Skud, og i Resten af hvert Mellemrum indtræder en Afkøling af Løbets Overflade. Denne Discontinuitet i Varmens Udvikling og Meddelelse til Metallet, denne idelig gjentagne stærke Ophedning og derefter følgende Afkøling af Løbet gennem et længere Tidsrum synes med Nødvendighed at maatte fremkalde en anden og ujevn Varmefordeling, maaske endog i den Grad at der existerer flere Temperaturmaxima i Kanonmassen. Af dette vil naturligvis følge en uregelmæssig Udvidelse og saaledes ogsaa ujevne Tensioner med Sprang, der vil blive saameget betænkeligere, som det paa Grund af deres Uregelmæssighed neppe vil være muligt at faa Rede paa dem.

I Forbindelse hermed kan det være af Interesse kortelig at berøre de Anskuelser om Varmefordelingen i en Kanon,

som Mr. Wiard*) forfægter, rigtignok i et ganske andet Øjemed. Idet han støtter sig til Varmens forholdsvis meget langsomme Forplantelse i Kanonmassen, antager W., at den ved hvert enkelt Skud udviklede Varme ikke vil have Tid til at forplante sig helt frem gennem Kanonvæggens hele Tykkelse, men blot et Stykke, et vist Antal Tommer, førend det næste Skud kommer; men isaafald ville Temperaturovergange være saameget sværere paa dette kortere Stykke, gennem hvilket Varmen har forplantet sig, dens Aftagen udover saameget raskere. Naar nu det næste Skud kommer, skal altsaa den derved udviklede Varme overføres paa et Legeme, som allerede iforveien er temmelig stærkt opvarmet, og da nu det ophedede Jern tillige er en daarligere Varmeleder, vil Varmen efter dette andet Skud trænge forholdsvis kun meget lidet længere ind i Massen, end efter det første, medens Temperaturovergange paa dette Stykke ville blive endnu sværere o. s. v. Naar nu Løbets Overflade i Mellemrummene mellem hvert Skud afkjøles ved Luften, vil Følgen blive en saadan Temperaturfordeling i Kanonvæggen, at det stærkest ophedede og saaledes ogsaa stærkest udvidede Parti ikke ligger lige i Løbets Overflade, men et lidet Stykke fra denne inde i Massen. Mr. Wiard's egentlige Hensigt med denne Udvikling er forøvrigt at fremstille denne Varmefordeling som Aarsag til, at Kanonerne stedse briste indenfra.

Kun Experimentet kan naturligvis give fuld Sikkerhed med Hensyn paa Varmefordelingen i Kanonvæggene, og hvad dermed staar i Forbindelse; men paa den anden Side kan man dog vanskelig aldeles skyde fra sig de Betragtninger, som i det Foregaaende er ført frem for Læseren,

*) „Great Guns o. s. v.“, ogsaa refereret af Holley i hans „Ordnance and armor.“

og, saavidt skjønnes, maa man vel i det allermindste indrømme, at man paa Grund af denne Diskontinuitet i Varm udviklingen ved Varmetensionerne aldrig vil naa det rette Forhold af Initialtensioner, med i det høieste kun mer eller mindre nærme sig dertil.

Imidlertid tør det alligevel være berettiget at antage, — hvad ogsaa de Fleste synes tilbøielige til —, at de tangentiale Varmetensioner ville bidrage væsentligt til at styrke Kanonen, og at de ialfald ville være mere gavnlige, end skadelige. Som et Støttepunkt for denne Anskuelse, at de alligevel kunne have sin Nytte, hvør ufuldkomne de end i sig selv maatte være, kan man maaske anføre de ved Rodman's Afkølingsmethode fremkaldte kunstige Tensioner i en støbt Kanon. Vi komme senere hen til at betragte disse noget nærmere, og vi skulle her kun bemærke, at de, om end maaske ikke i den Grad, som de tangentiale Varmetensioner, dog bevislig ere meget ufuldstændige, medens det paa den anden Side er et ubestrideligt Faktum, at de efter Rodman's Methode arbeidede Kanoner alligevel stedse ere betydelig overlegne de paa almindelig Vis støbte Kanoner.

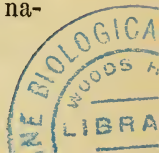
Vi komme dernæst til den longitudinale Udvidelse og de deraf følgende Tensioner, og flere Omstændigheder tyde paa, at man i disse har for sig en af Kanonens værste Fiender. Da de centrale Partier af Kanonen opvarmes saameget stærkere og altsaa ogsaa udvides saameget stærkere efter Kanonens Længderetning, end de ydre Dele, vil der resultere en Tendents til at drive Bag- og Fordel radialt ud fra Kanonens Axe; kunde der blive Tale om nogen Sprængning blot af denne Aarsag, vilde naturligvis Maaden, paa hvilken denne kunde ske, være forskjellig efter Kanonens Konstruktion og Styrkeforholde i de forskjellige Dele. Det vilde være en let Sag fra de forskjelligste Feld-

ter at hente Exempler, som kunde illustrere, hvilken overordentlig Magt der ligger i Legemernes Volumforandringer ved Temperaturovergange baade opover og nedover Temperaturskalan; dette maa imidlertid ansees tilstrækkelig bekjendt, og vi skulle her kun, specielt for Jernets Vedkommende, bemærke, at dets Udvidelse, der forøvrigt varierer efter Jernets Beskaffenhed, er saa betydelig, at en Ophedning f. Ex. til 50° C. — forsaavidt man overhovedet kan udtrykke sig saaledes — i denne Henseende vil ækvi- valere en mekanisk Strækkraft af omtr. 3—4 Tons pr. Kvadrattomme for Rujern og 7—8 Tons pr. Kvadrattomme for Stangjern. Naar man tænker sig den ene Side af en kompakt Jernmasse saaledes udvidet ved en Ophedning til et Par hundrede Grader, medens den anden Side omtrent beholder sit tidligere Volum, saa kan man gjøre sig en Ide om, hvilke voldsomme Tensioner der maa fremkaldes i Massen. Dertil kommer for Kanoners Vedkommende, at ikke hele Løbets Længde bliver ligemeget opvarmet, men fortrinsvis det egentlige Kammer og de nærmest dette liggende Partier, og i denne Omstændighed har man sandsynligvis ogsaa at søge Aarsagen til, at Kanoner saa hyppigt springe kileformigt i Trakten omkring Tapperne.

Efter hvad ovenfor er udviklet, er de tangentielle Tensioners væsentligste Ulempe deres sandsynlige Uregelmæssighed fra det Indre udover, og, da denne hidrører fra, at Varmekilden kun er intermitterende, saa maa en hurtigere Skydning antages blot at kunne befordre den for Kanonens Styrke gunstigste Udvikling af disse Tensioner. Derimod ville de longitudinale Tensioner ved rask Fyring og især maaske ved Anvendelsen af ophedede Projektiler, forsaavidt der kan blive Tale om saadanne, blive endnu mere anstrængende for Kanonen, end de allerede ere under almindelige

Omstændigheder. At der under saadanne Omstændigheder ogsaa altid er større Fare for Kanonen, beviser noksom Praxis, og, om dette end delvis kan tænkes hidrørende fra, at en Ophedning af Kanonvæggene vil medføre en voldsommere Explosion af Krudtet, saa maa det dog ansees sikkert nok, at de talrige Sprængninger ved hurtig Fyring eller ved Anvendelsen af ophedede Projektiler for den aller væsentligste Del maa tilskrives de derved forstærkede Virkninger af de longitudinale Varmetensioner. At der ogsaa for de tangentiale Tensioner maa existere en Grændse, udover hvilken Temperaturdifferenten mellem det Ydre og Indre bliver saa stor, at disse Tensioner begynde at anstrænge Materialet for voldsomt, og saaledes gaa over til at blive mere skadelige, end gavnlige, er der vistnok al Grund til at antage; men det tør vel ansees ligesaa sikkert, at der, som Forholdene ere i Praxis, af flere Grunde aldrig kan være Tale om at naa denne Grændse. Kort at sige — ligger Hovedforskjellen mellem de tangentiale og de longitudinale Varmetensioners Virkninger deri, at, ligesom overhovedet en Gjenstands Form og Konstruktion betinger, hvorvidt Kræfter, der alle vitterlig anstrænge og svække Materialet, af hvilket den er arbeidet, ogsaa ville anstrænge og svække selve Gjenstanden eller meget mere forøge Gjenstandens Styrke ved de Funktioner, som den har at udføre, saaledes gjelder det Første om de longitudinale Tensioner og det Sidste om de tangentiale.

Med Hensyn paa de enkelte Varmetensioners Forhold ligeoverfor de respektive Komponenter af Stødkraften have nogle nyere Forsøg af Wöhler bragt enkelte interessante Resultater, som vi dog maa forbigaa paa dette Sted, fordi Udviklingen deraf vilde føre os ind paa et Feldt, der naturligen falder ind under næste Afsnit.



Endelig et Par Ord om selve Behandlingsmaaden af Varmetensionerne! Der kan vel ikke være ringeste Tvivl om, at de i Virkeligheden ere langt mere forviklede, end som her fremstillet, og at man saaledes ved denne Skjellen mellem de tangentielle og de longitudinale Tensioner paa ingen Maade rammer det virkelige Forhold; men paa den anden Side er det neppe heller Tvivl underkastet, at man ved de Midler, som nu for Tiden staa til Raadighed, aldrig vil kunne faa fuldstændig Rede paa disse komplicerede Forholde, og det turde derfor muligens indrømmes, at man ved den Fremgangsmaade, som her er fulgt, — jeg tør ikke sige, kommer det Rette saa nær, som muligt, men ialfald faar et brugbart Grundlag for den senere Betragtning af Varmetensionerne. Forøvrigt gjelder det naturligtvis om disse, ligesaavel som om de øvrige Kræfter, der optræde i en Kanon, at ydre Omstændigheder, Konstruktionsforholde, Materiale o. s. v., kunne foranledige mindre Modifikationer, af hvilke de væsentligere nedenfor leilighedsvis ville blive betragtede.

Tager man endelig med Projektillets Friktion mod Kanonløbet og Krudtgasernes mod Fænghullets nedre Aabning og Vægge, saa har man formentlig de væsentligste Elementer til et nogenlunde korrekt Billede af, hvad der gaar for sig i en Kanon, og af de Kræfter, som der optræde under en fortsat Skydning. Naar man saaledes samlet betragter den hele Række af Kræfter, der angribe Kanonen, og specielt er opmærksom paa, hvad disse Varmetensioner, til hvis Udvikling mere end Halvparten af den ved Krudtets Forbrænding udviklede Varmemængde medgaar, have at betyde, saa kommer man uvilkaarlig til at tænke paa, hvilken væsentlig Forskjel der er mellem de Vilkaar, under hvilke en Kanon stilles ved en almindelig fortsat Skydning, hvilket det under

alle Omstændigheder vil være en Kanons Hovedopgave at udholde, og ved de enkelte Prøveskud med betydelig sværere Ladninger, end de ordinære. Ved disse sidste mangler det særdeles væsentlige Led, Varmetensionerne, saagodtsom fuldstændigt, og under saadanne Omstændigheder er det vanskeligt at indse, hvorledes man med nogen Grad af Sikkerhed kan slutte fra Kanonens Forhold i det ene Tilfælde til dens Forhold i det andet, medens det er indlysende nok, hvorledes en enkelt saadan voldsom Ladning kan tilføie Kanonen ubodelig Skade, blot i Skikkelse af en umærkelig liden Spalte eller Rids i Løbet, hvilket, som bekjendt, er mere end nok til med dobbelt Fart at drive Kanonen dens Endeligt imøde.

II.

Om Jernets Egenskaber ved almindelig Temperatur.

Naar man tager for sig Spørgsmaalet om det hensigtsmæssigste Material for de forskjellige Slags Skyts, mødes man strax af en særdeles vidløftig Litteratur. Gjennemgaar man imidlertid denne, ville vel de Fleste være enige om, at Udbyttet staar i et paafaldende Misforhold til Omfanget, ikke fordi der mangler udmærkede Arbeider paa dette Feldt, men fordi Anskuelserne ere saa stærkt divergerende næsten paa alle Punkter. Det turde nemlig være temmelig vanskeligt at nævne noget Punkt af nogen Betydning, om hvilket der ikke existerer to eller endnu flere Meninger, og,

idet nu Alle hente Støttepunkter for deres afvigende Anskuelser fra de forskjelligste Kanter og stedse bringe nye Synspunkter ind i Diskussionen, saa faar man en saadan overvættets Rigdom af Momenter, at der i Sandhed ikke er liden Fare for at løbe fuldstændig vild mellem disse utallige pro og contra; dette have maaske de aller Fleste selv erfaret paa et eller andet Stadium af deres Syslen med disse Ting. Fra første Stund føler man derfor stærkt Nødvendigheden af at begrænde sig og at skyde tilside alt, som paa nogen Maade kan kaldes mindre nødvendigt. Dette medfører imidlertid uundgaaeligt Faren for at udelade et eller andet Moment, som muligens i en Andens Øine kunde have en større Betydning, og Forf. af disse Linier tør derfor naturligvis heller ikke haabe, at han altid har været heldig i Afgjørelsen af, hvad der burde medtages, og hvad ikke, eller at han altid har skaaret bort netop i det rette Forhold, ikke formeget og ikke forlidet.

Da en saadan Beskjæring af Stoffet alligevel ifølge Sagens Natur kun kan have forholdsvis snevre Grændser, synes det særdeles ønskeligt, om man kunde finde et virksommere Middel til at koncentrere Betragtningen af denne store Mængde Enkeltheder, som man stedse er nødt til at holde sig for Øie og veie mod hinanden, og som formentlig udgjør den største Vanskelighed ved at komme til et bestemt Resultat ved Valget af Kanonmaterial. Det synes at maatte være en væsentlig Hjælp til at bevare Overblikket, om man kunde samle alle Jernsorter under et fælleds Synspunkt, om man kunde finde et saadant Sammenknytningspunkt mellem Jernets tallose Afændringer, der var egnet til at fremhæve det ensartede i de tilsyneladende meget forskellige Fænomener, der fremtræde hos de forskjellige Modifikationer af Jernet, som man har kaldet Rujern, Stang-

jern og Staal. I denne Henseende stiller sig imidlertid den almindelige Betragtningssmaaade af Jernet meget ugunstigt, hvorefter Rujern, Staal og Stangjern behandles næsten som om de vare ganske forskellige Metaller, der intet andet have tilfældes, end at de alle kaldes Jern.

Som et Skridt i denne Retning maa man vistnok opfatte Mallets Forsøg i hans „construction of artillery“ paa at henføre de forskellige Jernvarietetets Væsen og Egenskaber til krystallografiske Love og ved Hjælp af disse at forklare de forskellige Fænomener. Hvorvidt dette Forsøg kan siges at være lykkedes i det hele, skulle vi ikke indlade os paa at bedømme, men tiltrods for Mallets særdeles interessante Fremstilling af disse Forholde, turde man dog vanskelig deri finde et saadant Standpunkt, som kan kaste Lys over alle, eller endog blot Størsteparten af de forskellige Fænomener, som man støder paa hos Jernet. Derimod turde man have Udsigt til i de nyere Anskuelser om Jernets Konstitution at finde et Udgangspunkt, som kunde vise sig mere tjenligt i denne Henseende. Denne Theori eller Opfatningsmaaade af Jernet, der sandsynligvis gaar en stor Fremtid imøde, er vistnok endnu meget langt fra at være fuldt udviklet, men allerede som den nu staar der, vil den kunne være en ret værdifuld Veiviser og navnlig være særdeles egnet til at give det rette Blik paa de mangfoldige Jernvariteter og deres indbyrdes Forhold, hvilket naturligvis er af største Vigtighed ved en saadan sammenlignende Bedømmelse, som der netop bliver Spørgsmaal om ved vor Gjenstand. Vi skulle derfor her i Korthed gengive Hovedtrækkene af den, og sætte den i Spidsen for vor Betragtning af Jernets Egenskaber.

Alt Jern uden Undtagelse er simpelthen en mer eller mindre ujevn, særdeles variabel, rent mekanisk Blan-

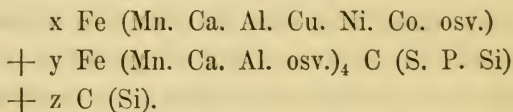
ding af tre Substantser, af hvilke kun den ene er en kemisk Forbindelse af Jern med Kulstof i Forholdet $\text{Fe}_4 \text{C}$, medens de to øvrige ere Grafit og rent metallisk Jern. Her kan naturligvis ikke være Tale om at fremsætte de mange Argumenter for Rigtigheden af denne Opfatning, saameget mindre som de væsentligst ere hentede fra selve Praxis, og saaledes oftest vilde kræve vidtløftige Beskrivelser; man finder dem i de nyere Arbeider om disse Ting, navnlig i Dr. Dürre's. Kun skal jeg bemærke, at man maaske vil finde de bedste Argumenter ved selv at betragte en større Svite af Jernvarieteter under en god Lupe eller under Mikroskopet, ligesom ogsaa selve Opfatningens Simpelhed og Greiheid, sammenholdt med de Anskuelser, der hidtil have gjort sig gjeldende, neppe er et af de daarligste Argumenter.

Vor første Opgave bliver nu lidt nøiere at lære at kjende disse tre Substantser, der saaledes i vekslede Blandingsforhold danne ethvert Slags Jern. Betragter man under en god Lupe en Række forskellige Brudflader af Rujern eller under et Mikroskop endel klare Aftryk af polerede og ætsede Jernflader, saa kan man meget tydeligt skjelne mellem tre forskellige Udsondringer: 1) En væsentlig bladig af skinnende hvid Farve, der tilhører den eneste kemiske Forbindelse af Jern med Kulstof, som der existerer i Jernet, i Forholdet $\text{Fe}_4 \text{C}$. Disse speilende Flader, som findes bedst udviklede hos det rene Speiljern, synes at være Fladepar af rhombiske Krystaller; men saa mangfoldige Hindringer, som der ved Jernets Dannelse og Afkjølingsforholde stille sig i Veien for deres Udvikling, er det naturligvis en Sjældenhed, at de tydeligt fremtræde som saadanne; som oftest ere de meget utydelige og forvanskede. Dette Jernkarburet betegner man ogsaa ved

Navnet Speiljernsubstants, fordi, som sagt, Speiljernet afgiver de bedste Prøver paa det; 2) en væsentlig kornig af en meget varierende dunklere Farve og mere metallisk Glands, der tilhører det metalliske Jern. Da, som sagt, Chancerne for en ordentlig Krystallisation i Jernet ere overordentlig smaa, finder man som oftest kun i en eiendommelig kornig Struktur og under særegne Omstændigheder i en karakteristisk Gruppering Antydninger til den regulære Krystallisation, som det metalliske Jern besidder. Større Krystaller udvikle sig kun under ganske særegne Betingelser, og ligesom disse altid ere gennemvævede af Grafitblade, saaledes gennemses ogsaa denne kornig-krystallinske Masse stedse i høiere eller mindre Grad af Grafit, hvorved de forskjellige Farvenuancer betinges; endelig 3) en væsentlig bladig Substants med dunklere Farve og skimrende Glands, stundom, men sjelden med Antydninger til rhombisk Krystallisation; denne er Grafit, mer eller mindre forurennet.

For at tage et Exempel vil man altsaa efter dette have at opfatte en Rujernanalyse, der angiver et vist Procenttal Jern, et vist Procenttal kemisk bundet Kulstof og et do. Grafit, saaledes, at man først beregner, hvormeget af det metalliske Jern den fundne Mængde kemisk bundet Kulstof kræver for at danne Forbindelsen $\text{Fe}_4 \text{C}$. Rujernets Bestanddele blive altsaa: den resterende Mængde metallisk Jern + den beregnede Mængde Speiljernsubstants + den fundne Mængde Grafit, og ligedan for Stangjern og Staal. Nu optræder der, som bekjendt, i Staal og Stangjern, men isærdeleshed i Rujernet, mange andre Stoffer, end Jern og Kulstof, navnlig Mangan, Svovl, Fosfor, Silicium o. s. v.; af disse maa Svovl, Fosfor og tildels Silicium antages delvis at kunne træde istedetfor det kemisk bundne Kulstof i

Speiljernsubstanten (Jernkarburet), medens Mangan kan ækvivalere for Jern og Silicium tildels for Grafit. Dekomponeret i disse tre, fysikalsk adskillelige Blandingsdele, kan Jernets Sammensætning tydeligst fremstilles ved følgende Formel, (efter Dr. Dürre's Fremstilling):



Idet den fremholder disse tre Substantser som selvstændige Blandingsdele i ethvert Jern, driver saaledes denne nyere Opfatning af Jernet til at lægge større Vægt, end hidtil almindelig er skeet, paa dets fysikalske Egenskaber, saaledes som disse fremtræde i Farve, Glands og navnlig i Texturen, og, som vi i det Følgende oftere ville have Anledning til at iagttage, er der for Jernets Masseanvendelse al Grund til at anse Kjendskabet til dets kemiske Sammensætning for at være af temmelig underordnet Værd ved dets Bedømmelse for praktiske Øjemed.

Ingen af disse tre Bestanddele mangler nu i nogen Jernvarietet, i Stangjern og Staal, ligesaalidt som i Rujern; men den enkelte er hyppig saa forstukket og skjult mellem de andre, at den ofte er meget vanskelig, næsten umulig at skjelne fra de øvrige. Der behøves vel intet specielt Bevis for, at den rent metalliske Substant ikke alene forekommer i ethvert Stangjern og Staal, men her ogsaa udgjør den aldeles overveiende Blandingsdel og danner Hovedmassen, der bestemmer disse Produkters hele Habitus og Karakter; derfor nærmer ogsaa det bløde Stangjern sig i sine Egenskaber saa stærkt til det rene Metal. At imidlertid baade her og i Staalet ogsaa Grafit og Jernkarburet ere konstituerende Elementer, er ikke vanskeligt direkte at overbevise sig om; saaledes vil den forbausende Masse Grafit,

som bliver tilbage, naar man f. Ex. opløser et større Stykke Staal i Saltsyre, levere det bedste Vidnesbyrd om, hvormed Grafit der virkelig kan skjule sig i en metallisk Jernmasse, uden at Øjet er istand til at opdage det ringeste Spor af den, naar den blot er tilstrækkelig fint fordelt, og paa en hvilken som helst Brudflade af en haardere Støbestaalblok eller Bessemerblok, der er støbt i Kokille, er der rigelig Adgang til at iagttage, hvorledes talrige Krystallflader af Jernkarburetet kunne skyde sig ud gennem Massen, stillede normalt paa Afkjølingsfladerne efter Mallets Lov. Der er i denne, ligesom i alle andre Henseender, kun en Gradsforskjel mellem de forskjellige Jernvarieteter, og hvor ikke Massen er kulbundet nok til under gunstige Omstændigheder at udvikle Jernkaburetet saa stærkt, røber dog denne Blandingsdel sin Tilstedeværelse ved den karakteristiske Kulvandstoflugt, der fremtræder, naar man opløser et hvilket som helst Stangjern eller Staal i Saltsyre.

Naar man lader Øjet fare hen over den overordentlig lange Række af Jernvarieteter, maa man uvilkaarlig forbau- ses over, at et og samme Metal kan fremtræde i en saadan Mangfoldighed af Modifikationer, af hvilke Yderleddene i Rækken have langt mindre ydre Lighed med hinanden, end to ganske forskellige Metaller, f. Ex. Antimon og Wismuth. Men paa den Maade, som vi her have opfattet Jernet, bliver dog Tingen bedre forstaaelig. Man kan nemlig med Lethed tænke sig, hvilken Mangfoldighed af Kombinationer der kan fremkomme mellem den haarde, sprøde, men mere elastiske Speiljernsubstants, hvis Fremtræden kan variere mellem de store, fuldkomne Speilflader og de svageste, mest forvanskede, næsten umærkelige Spor til en Krystallisation, — og den bløde, men tillige smidige og strækbare metal- liske Substants tilligemed Grafiten, som man finder i alle

Grader af Udvikling fra næsten tommestore Blade til den aller fineste Fordeling. Da nu alle disse tre Faktorer, som tilsammen i yderst vexlende Forhold danne alle Jernvarieteter, besidde forskjellige fysikalske Egenskaber, er det klart nok, at ogsaa det endelige Produkt maa arte sig yderst forskjelligt, ikke alene efter Mængden af hver enkelt Substants, men ogsaa efter den Maade, paa hvilken den fremtræder, og har fundet Anledning til at udvikle sig.

Ad denne Vei ledes man saaledes ligefrem til den samme Erkjendelse, som man allerede iforveien har naaet ad rent empirisk Vei, — at der overalt maa existere og virkelig ogsaa eksisterer en jevn, uafbrudt Overgang fra den ene Jernmodifikation til den anden, — at der i den hele Række fra det blødeste Stangjern opover til det kulrigeste Rujern ikke eksisterer et eneste Sprang, ikke en eneste blot nogenlunde markeret Grændse. Intet Menneske formaar at angive Grændsen mellem Stangjern og Staal, ligesaa lidt som mellem Staal og Rujern, og, naar man for Oversigtens og Behandlingens Skyld alligevel nødes til at opstille saadanne Grændser, saa ere disse aldeles hjemfaldne til den Enkeltes vilkaarlige Valg. Det er derfor saalangt fra, at disse fra gammel Tid nedarvede Navne, Rujern, Staal og Stangjern, betegne nogenlunde skarpt begrænsede Begreber, at de meget mere simpelthen ere Benævnelser, som man for Bekvemmeligheds Skyld anvender i det daglige Liv for med eet Ord at kunne give en omtrentlig Ide om, hvad man mener. Dette tør vel ansees som et forlængst anerkjendt Faktum, som det ikkedestomindre er af største Vigtighed at have for Øje, naar man skal behandle Jernvarieteternes Brugbarhed til det ene eller det andet; thi Erfaring lærer, hvor let det ellers hænder, at man uvilkaarlig bliver hængende fast

i sin engang opgjorte Forestilling om disse tre Modifikationer af Jernet.

Saa vel Jernkarburet, som Grafiten, isærdeleshed dog det første, træder stedse stærkere og stærkere frem, jo længere man fra Stangjernet rykker op gennem Staalrækken, og jo mere man nærmer sig Overgangsleddene fra denne til Rujernsviten. Denne sidste kan nu opvise det aller forskjelligste Blandingsforhold mellem disse tre tidtnævnte Substantser. At der af Rujern gives saa overordentlig talrige Varieteter, hidrører ikke alene fra, at Kulstofgehalten kan vexle i alle Grader fra Staalets høieste Kulgehalt, omtrent 1,5 %, indtil over 5 %; men selv den samme kvantitative Mængde Kulstof kan betinge et yderst forskjelligt Udseende og en næsten ligesaa forskjellig Karakter, og heri har man den væsentligste Aarsag til, at Rujernets kemiske Sammensætning har forholdsvis saa lidet at sige ved dets Bedømmelse for Praxis. Det er ikke alene den Maade, hvorpaa Kulstoffet optræder, om det er bundet til Jernet eller er i fri Tilstand (som Grafit), men ogsaa den Maade, paa hvilken hver af disse Bestanddele har fundet Anledning til at gruppere sig og udvikle sig ligeoverfor de andre, som foranlediger denne enorme Forskjellighed i Egenskaber, saavel som i Udseende. Yderpunkterne har man paa den ene Side i det fuldkommen udviklede Speiljern, der nærmer sig til et rent Jernkarburet, uden dog nogensinde at naa det, og paa den anden Side i det dunkelgraa, grafitiske Rujern, der maa antages at nærme sig til en Blanding af metallisk Jern med Grafit. Ligesom imidlertid det fuldkomneste Speiljern, man er istand til at producere, hverken mangler Grafit eller metallisk Jern, saaledes er heller aldrig Jernkarburet borte selv i det mest grafitiske Rujern, om det end kan være forholdsvis meget svagt repræsenteret, og mellem

disse to Yderled findes nu, snart sagt, alle optænkelige Blandingsforhold, hvorved denne Uendelighed af Varieteter fremkommer, hvidstraalige, halverte og graa i alle Nuancer.

Idet hvide Rujern er Jernkarburetet og det metalliske Jern overveiende, og Grafiten træder her tilbage baade i Mængde og i Bladenes Udvikling. Mellem hvidt og graat Rujern staar en Række Overgangsled, for hvilken man har brugt den i flere Henseender temmelig uheldige Betegnelse, halveret Rujern, hvilket ikke maa opfattes som hvidt Rujern med stærkere fremtrædende Grafit, men som en Blanding af hvidt Rujern med graat i vexlende Forhold. Hos det graa Rujern endelig er det Grafiten, som bestemmer dets hele Habitus, eftersom den er mere eller mindre udviklet; stundom kan den saaledes dække over og skjule de andre Bestanddele, at man i Bruddet faktisk intet andet ser, end Grafit. Selv under saadanne Omstændigheder kan man dog paa en meget simpel Maade paavise Tilstedeværelsen af den metalliske Substants, idet man nemlig lader en Brudflade anløbe med Rust, og, da naturligvis hverken Jernkarburetet eller Grafiten kan ruste, men kun det metalliske Jern, kan man paa den Vis faa et Begreb om Mængden af denne sidste Substants. Hvor overordentlig stærkt og intimt Grafiten slutter sig op til den øvrige Jernmasse og gennemvæver den i alle optænkelige Retninger, faar man først en ret Ide om, naar man i en Brudflade af graat Rujern vil forsøge at blotte de andre Bestanddele, det være Jernkarburetet eller det metalliske Jern.

Da nu den totale Kulstofmængde i et Rujern aldrig overskrider et vist Maximum, men Grafitmængden i de mest dunkelgraa Varieteter ofte nærmer sig stærkt op mod denne Grændse, tyder allerede dette paa, at Jernkarburetet under saadanne Omstændigheder maa være meget svagt repræsen-

teret, saafremt Jernet forøvrigt er nogenlunde rent, da ellers, som nævnt, Svovl, Fosfor og Silicium for en Del kan spille samme Rolle i et Rujern, som det kemisk bundne Kulstof. Under Forudsætning af, at det er nogenlunde rent, vil altsaa et meget grafitisk Rujern væsentlig være en Blanding af metallisk Jern med Grafit, altsaa, med andre Ord, nærme sig til at være et Stangjern, der indeholder saameget Grafit, at det i Letsmeltelighed kan stille sig i Rujernets Række. Uagtet de samme Betingelser, der begunstige Grafitens stærke Udvikling, i Regelen ogsaa ville tendere til at udreducere Silicium og Fosfor, og man saaledes kunde tænke sig Tvivl om Muligheden af at producere et saadant Rujern, der paa engang er nogenlunde rent og meget stærkt grafitisk, saa vil det dog ikke kunne benegtes, at et saadant Rujern kan produceres, naar Beskikning og Smelteapparat stille sig gunstigt for det. Det praktiske Bevis for, at et saadant stangjernagtigt Rujern ikke er et blot Tankeexperiment, men tilhører Virkeligheden, har jeg her liggende for mig i Skikkelse af et Stykke tydsk Trækulrujern, der er dunkelgraat og stærkt grafitisk, dets Brud er at føle paa omtrent som et senigt Stangjernbrud; det er saa taggigt og spidst, at Haanden formelig bliver hængende fast derved, ligesom naar man føler paa gedigent Sølv, der staar an i Fjeldet, og er idethele meget forskjelligt fra de almindelige Rujernbrud; det er endvidere til en vis Grad smidigt og seigt; Siliciumsgehalten er forholdsvis liden, medens dog Grafitgehalten kun blev funden at være omtrent 3 %. For Øjeblikket er det nok at konstatere Tilstedeværelsen af et saadant stangjernagtigt Rujern, hvis Værd for Kanontilvirkningen vi først senere vil kunne bedømme, naar vi have betragtet noget nærmere Jernets Egenskaber og specielt Omsmeltningsfænomenerne.

Moralen af denne korte Fremstilling af de nyere Anskuelser om Jernet bliver altsaa først og fremst denne, at man skal tage disse Navne, Rujern, Staal og Stangjern, for, hvad de i Virkeligheden ere, og ikke for Betegnelser for karakteristiske Jernvarieteter med nogenlunde bestemte Egenskaber, og at man derfor skal være lidt varsommere i sin Dom over disse tre Grupper, end man ofte er tilbøielig til, og ikke paa Forhaand saa ubetinget fordømme den ene eller ubetinget hæve den anden.

• Jernets „Egenskaber“ ere talrige, dets Fasthed, Elasticitet, Haardhed, Strækbarhed osv., og ved dets utallige Anvendelser vil der vistnok snart fortrinsvis stilles Fordringer til den ene, snart fortrinsvis til den anden. Men, ligesom Jernets Udholdenhed ligeoverfor de mangeartede ydre Paavirkninger, som det i Praxis udsættes for, dets Evne til at fyldestgøre de Krav, som stilles til det ved dets forskellige Anvendelser, altid vil være en Resultant af flere forskellige Egenskaber, saaledes er Jernets Tjenlighed til Kanonmaterial, dets Styrke i denne Henseende, heller ikke saaledes afhængig af nogen enkelt Egenskab, at den ubetinget staar og falder med denne, og her maaske endnu mindre end i mange andre Tilfælder. Man er saaledes nødt til at betragte en hel Række af Egenskaber, og man maa være forsigtig med at sætte den ene eller den anden aldeles ud af Betragtning, men vel kan og maa man gjøre en Skjelnen mellem de mere og de mindre væsentlige.

Behandlingen af Jernets Egenskaber bør efter Sagens Natur saameget, som muligt, støtte sig til praktiske Forsøg; men ved hvert Skridt man gjør fremad, vil man stedse stærkere og stærkere føle Savnet af tilstrækkelige Experimenter, og næsten overalt vil man finde Huller, hvor man ikke fuldt ud kan argumentere med Resultaterne af virkelige Forsøg,

men for en større eller mindre Del nødes til at tage Ræsonnementet tilhjelp. Dette er ganske vist meget uheldigt, men, saavidt jeg er istand til at indse, er det uundgaaeligt paa det Standpunkt, vort Kjendskab til Jernet nu for Tiden indtager. Denne Mangel paa Experimenter bliver imidlertid endnu føleligere ved Betragtningen af Jernet, som Kanonmaterial, end ellers, fordi det aldeles overveiende Antal Forsøg er gjort ved almindelig Temperatur, hvilket der naturligvis ellers oftest bliver Spørgsmaal om, medens man ved en Kanon i Virkeligheden kun i Begyndelsen af en Skudrække har at bestille med Jern af almindelig Temperatur, og Jernet hurtig ophedes til mindst et Par hundrede Grader, — en Omstændighed, hvis Betydning kun delvis kan siges at være opklaret. Vi skulle for det Første lade denne Ophedning ud af Betragtning, og først senere komme tilbage til den.

Uagtet der neppe kan være Tvivl om, at der hos alle Jernvarieteter hersker den nøieste indre Forbindelse og Sammenhæng mellem de enkelte Egenskaber, saa er dog dette gjensidige Forhold endnu i mange Henseender et aabent Spørgsmaal, og som Følge deraf lader der sig ikke, fælleds for alle Jernvarieteter, opstille nogen saadan Fundamental-egenskab, som Haardhedsgraden (Kulstofgehalten) kan siges at være for Staalet, om hvilken de øvrige Egenskaber naturligvis gruppere sig. I denne Henseende kan det saaledes være temmelig ligegyldigt, hvor man tager fat, og det turde derfor være hensigtsmæssigt at benytte som Udgangspunkt de Kræfter, som man har at tage Hensyn til ved Behandlingen af Jernets Egenskaber ved almindelig Temperatur, saaledes først og fremst Stødkræfterne.

Naar man tager for sig Spørgsmaalet om, hvilket Material er tjenligst til at modstaa Stød, eller hvilke Egenska-

ber dertil fordres, saa kan dette naturligvis ikke besvares saaledes i sin Almindelighed. Svaret maa blive afhængigt af flere Omstændigheder og fremforalt af Stødenes Natur, ikke alene af deres Størrelse og Styrke, men ogsaa af deres Retning og Gjentakelse. Vi skulle her for det Første kun betragte det Tilfælde, at Stødene altid gaa i samme Retning, d. v. s., at hvert følgende Stød gaar nøiagtig i samme Retning, som det foregaaende, medens det enkelte Stød gjerne kan virke i flere Retninger paa engang, naar kun hvert efterfølgende virker ganske analogt med det foregaaende, hvilket i det Væsentlige ogsaa vil være Tilfældet ved Kanoner.

Naar et Legeme træffes af et Stød, vil naturligvis den i Stødet liggende levende Kraft udrette et vist Arbeide. Naar den af Stødet trufne Gjenstand helt og holdent optager Stødet, kan Stødkraftens Arbeide, saafremt Brud ikke indtræder, tænkes under følgende Former:

- 1) Dersom Legemet er fuldkommen elastisk, vil man faa forbigaaende Formforandringer;
- 2) Dersom Legemet er fuldkommen uelastisk, men strækbart, vil man faa permanente Formforandringer;
- 3) Dersom Legemet er fuldkommen uelastisk og ikke strækbart, vil ingen af Delene indtræde, men Arbeidet helt omsættes i Varme.

Nu er imidlertid Jernet ligesaa lidt, som noget andet Legeme, hverken fuldkommen elastisk, eller fuldkommen uelastisk, men ufuldkommen elastisk, mer eller mindre strækbart, og som Følge deraf vil man, naar man udsætter Jernet for Paavirkningen af en Stødkraft, faa baade forbigaaende Formforandringer og, dersom Stødet har den tilstrækkelige Styrke, ogsaa permanente

Formforandringer. Derfor er Jernets Modstand mod Stød heller ikke udelukkende baseret paa den absolute og relative Fasthed; men disse Formforandringer, hvis Natur og Udstrækning forøvrigt naturligvis afhænge af flere Omstændigheder, ville derved spille en meget væsentlig Rolle, fordi de altid ville optage en større eller mindre Del af den angribende Kraft. Det ligger saaledes nærmest først at betragte de tre Egenskaber hos Jernet, som efter dette utvivlsomt spille Hovedrollerne ved dets Modstand mod Stød, — dets absolute og relative Fasthed, dets Elasticitet og dets Strækbarhed.

Den absolute Fasthed. Man skjelner, som bekendt, mellem flere Slags Fasthed, den absolute, den relative, den tilbagevirkende Fasthed, Torsionsfastheden og endelig tilføier man ogsaa Glidningsfastheden (Schub- oder Scheerfestigkeit); af disse have vi her væsentlig kun at bestille med de tre førstnævnte. For at faa et Begreb om de forskjellige Materialers Fasthed er man naturligvis udelukkende henvist til Experimentet, og der er derfor ogsaa i Tidens Løb gjort særdeles talrige Forsøg for at faa bestemt de absolute Værdier for denne Egenskab hos de forskjellige Jernvarieteter, og Udbyttet foreligger i de mange og lange Fortegnelser over Fasthedscoefficienterne for de forskjellige Substantser. At referere disse kan der naturligvis ikke her være Tale om, end ikke uddragsvis; for vort Brug ville Hovedresultaterne være mere, end tilstrækkelige. Men, førend vi overhovedet benytte disse, bliver det ved en Undersøgelse, som nærværende, en Hovedsag at faa paa det Rene, hvilken Betydning man i Almindelighed tør tillægge disse Fasthedsprøver, og i hvilken Udstrækning man specielt for vor Gjenstand tør bygge paa Resultaterne af dem ved Bedømmelsen af et Materiales Brugbarhed.

Betragter man de Prøvemaskiner, ved hvilke den absolute Fasthed i Almindelighed bestemmes, og som næsten alle i det Væsentlige ere hinanden ganske lige, faar man strax et bestemt Indtryk af, at man her ingenlunde har for sig de Kræfter, som det i Virkeligheden er Jernets Opgave at modstaa ved dets allerfleste Anvendelser, — at de almindelige Prøvemaskiner ere langt fra at give et fyldestgørende og korrekt Udtryk for disse Kræfter, men at de kun repræsentere et mere eller mindre fingeret Kræfteforhold, som kun yderst sjelden eksisterer i Virkeligheden. Saaledes vil ogsaa den Maade, paa hvilken Sprængkræfterne virke i en Kanon, have meget lidet tilfældes med de Paavirkninger, som en Prøvebarre har at modstaa i en Prøvemaskine. I første Tilfælde har man som en af de mest fremtrædende Faktorer i den hele Komplex, en pludselig anbragt og kun momentant virkende Kraft, en Stødkraft i egentligste Forstand, medens den strækkende Kraft i Prøvemaskinen altid faar arbeide gennem et Tidsrum, som vistnok i sig selv er meget lidet, kun et Par Minutter, men derimod bliver særdeles betydeligt i Sammenligning med den Tid, i hvilken Kanonvæggene have at modstaa Krudtgasens Maximalpression, og som ved det ordinære Krudt omtrent falder sammen med den Tid, der hengaar, før Projektilet sætter sig i Bevægelse. Selv om man for Øieblikket ser bort fra den naturligvis meget vigtige Omstændighed, at man ved Kanoner aldrig har at bestille med en enkelt Kraft alene, bliver dog Materialets Vilkaar i begge Tilfælder saa ulige, at det umuligvis kan forholde sig analogt og i begge Tilfælder vise den samme Modstandsevne. Her er en dobbelt Forskjel, som dog hverken stedse holdes, eller kan holdes ud fra hinanden i Experimentet; 1) i de almindelige Prøvemaskiner anbringes Kraften ikke pludseligt, men øges

i Regelen kun lidt efter lidt; i en Kanon derimod er Kraftens Angreb aldeles pludseligt; 2) i Prøvemaskinen virker Kraften gennem en længere Tid, i Kanonen derimod aldeles momentant, idet Gaspressionen øieblikkelig begynder at aftage, efterat Maximumsgrænsen er naaet.

Hvorvidt denne sidste Forskjellighed tør tillægges nogen Betydning, naar der, som her, umiddelbart i forveien gaar et Stød, hvilket formentlig under alle Omstændigheder maa blive Hovedfaktorn, tør være meget tvivlsomt. At dømme efter enkelte indirekte Udtalelser, synes der imidlertid at være delte Meninger desangaaende, og forsaavidt man saaledes ogsaa skulde tage Hensyn til denne Omstændighed, maatte man ialfald, for at kunne drage nogen bestemt Slutning fra Materialets Forhold i det ene Tilfælde til dets Forhold i det andet Tilfælde, kjende, hvilken Funktion Kraften er af Tiden ligeoverfor et givet Arbejde, hvilket man imidlertid ikke gjør. Direkte Experimenter for at udfinde dette Forhold med Hensyn paa Metallernes Modstandsevne ere, saavidt vides, aldeles ikke gjorte, og det er endog meget sjelden, at man ved Forsøgsrækker, omfattende Jernets absolute Fasthed, finder noteret det Tidsrum, i hvilket Prøvebarren har været udsat for den strækende Krafts Paavirkning, — saaledes som f. Ex. tildels er skeet ved Direktør Styffe's Forsøg, refereret i Jernkontorets Annaler. Saadanne Experimenter, som kunde nærme sig Forholdet i en Kanon, turde desuden frembyde ganske særegne Vanskeligheder, netop fordi man i dette Tilfælde har at bestille med saa betydelige Kræfter, og som Følge deraf Differentserne i Tid blive forsvindende smaa.

Omend Fairbairn's Anskuelse ikke holder stik, at fast enhver Belastning efterhaanden medfører Brud, naar den kun faar virke gennem en tilstrækkelig lang Tid, saa vise

dog saavel hans egne, som andres Forsøg, at selv ved Belastninger, der ligge langt under Brudbelastningen indtræder ikke Ligevægtstilstanden strax, men Strækningen vedbliver inden visse Tidsgrændser, — at saaledes ved en statisk Belastning Kraftens Virketid er et Moment af stor Betydning. Muligens tør man heraf slutte, at Kraften stedse vil være en aftagende Funktion af Tiden, hvor stor end Kraften og hvor liden saaledes end dens Virketid maatte blive, 'og til Støtte for en saadan Opfatning kunde man maaske ogsaa anføre nogle Resultater af endel Sprængforsøg, navnlig af Rodman; saaledes kunde man f. Ex. hente et Argument i denne Retning fra en Række Forsøg, hvis nærmeste Hensigt var at bestemme, hvorledes Pressionen af exploderende Krudt varierer, eftersom det Volum, som Forbrændingsprodukterne kunne indtage, varierer i Forhold til det af Krudtet før Forbrændingen indtagne Rum; medens en 11toms Rujernkanon udholdt 10 Skud med en Maximumspression af over 86,000 \mathcal{W} pr. Kvad. tomme uden at sprænges, blev en Hulkugle af Vægtykkelse $= 1\frac{1}{4}$ Diameter (den indre Diameter $= 5''$) hvor Udstrømningsaabningen for Forbrændingsprodukterne var forholdsvis meget liden ($= 1''$), sprængt ved en Pression af kun 42,000 \mathcal{W} pr. Kvad. Tomme og det tiltrods for den for Modstandsevenen naturligvis langt gunstigere Kugleform.

Inidtlertid feile vi neppe, naar vi fortrinsvis fæste os ved Kraftens Angrebsmaade, dens pludselige Udvikling, det egentlige Stød, som det væsentligste Moment. Af enkeltstaaende Yttringer her og der synes man vistnok at maatte slutte, at det er tem melig almindelig anerkjendt at der til at fremkalde Brud under ellers lige Omstændigheder kræves en større Kraft, naar hele den angribende Kraft udvikles saa momentant, at man faar en virkelig Stødkraft, end i modsat

Fald; men dette Spørgsmaal maa dog siges at være lidet undersøgt i Forhold til dets Vigtighed ikke alene for Kanontilvirkningen, men ogsaa for Maskinfabrikationen, hvor det dog særdeles hyppigt falder i Materialets Lod at modstaa Stød. Det tør derfor neppe være ganske overflødigt at gaa lidt nærmere ind paa Sagen, saameget mere som man finder en afgjort Modstander mod den ovenfor antydede Opfatning i en af de største Autoriteter paa dette Feldt, D. Kirkaldy. I hans „Experiments on wrought-iron and steel“, fra 1866 finder man refereret en Række herhen hørende Forsøg, som han har udført under Formen af hurtig Afslidning efter Barrens Længderetning. Som Middeltal af den hele Svite finder han, at den Tensjon, som isaafald skal kunne frembringe Brud, blot behøver at være 81,5 % af Brudbelastningen ved langsom Afslidning, altsaa 18,5 % mindre. Hertil bemærker Direktør Styffe vistnok med fuld Føie, at K. ved denne Slutning ikke tager Hensyn til den levende Kraft, som Belastningen i hans Prøvemaskine maa erhverve, inden den helt og holdent kommer til at virke paa Prøvestangen; dette er selvfølgelig et Moment af stor Vigtighed da man først derved faar det rigtige Udtryk for Kraftens Arbeide. Derfor udtaler ogsaa Direktør Styffe den Anskuelse, at der behøves en større Kraft for hurtigt at afslide en Prøvestang, men gaar forøvrigt ikke nøjere ind paa Sagen. Af andre direkte Forsøg med hurtig og langsom Afslidning ved jeg kun at anføre en eneste Række, og selv denne er mindre fuldstændig. I en Afhandling af Wertheim i Poggendorffs Annaler (E. II) findes en Tabel over Resultaterne af nogle saadanne Experimenter, der vise, at Modstandsevenen mod pludselig Afslidning ved de fleste Metaller er adskillig større, end ved langsom Afslidning; saaledes skulde den for Jerntraad være omtrent 33 % større.

Til Belysning af Stødkraftens Virkning, naar den angriber transversalt, hvilken Form ogsaa forekommer ved Kanoner, kan tjene en længere Række Forsøg af Fairbairn. Han benyttede Rujernbarrer af fri Spændvidde $= 13\frac{1}{2}$ og Tversnit $= 3 \times 3''$, og det viste sig, at Modstandsevnen mod Stød var mere, end $\frac{1}{3}$ større, end den almindelige transverselle Fasthed. Af en stor Svite lignende Forsøg med forskellige Rujernsorter, reduceret til samme Dimensioner, fremgaar, at blandt mere, end halvhundrede Rujernsorter findes der ikke en eneste Undtagelse fra den Regel, at Modstandsevnen mod transversalt Stød er større, end mod almindelig Belastning; men vel viser der sig en meget betydelig Variation i denne Henseende, hvilket vi senere skulle betragte.

Af mere eller mindre indirekte Beviser vilde det være temmelig let at anføre flere, men vi skulle her indskrænke os til et enkelt, som specielt vedrører vor Gjenstand. I Slutningen af 1859 udførte daværende Kapt. Rødman ved Watertown Arsenal, som en Forberedelse til Støbningen af hans 15toms Rujernkanon, en Svite Experimenter, hvis egentlige Øjemed var praktisk et bestemme Relationen mellem Metaltykkelsen og den tangentielle Modstandsevne hos hule, aabne Rujerncylindre. Det fremgik af disse, at Cylinder væggenes Modstandskraft mod Krudtexplosionen ved alle forsøgte Vægtykkelser lige op til $1\frac{1}{2}$ Gange Kalibret var betydelig større pr. Kvad. Tomme end Materialets absolute Fasthed, saaledes som denne var bestemt i de ordinære Prøvemaskiner. Det fremgik videre, at Forholdet mellem dem tiltog med aftagende Vægtykkelse, saaledes at Modstandskraften pr. Kvad. Tomme ved en Vægtykkelse af $0,5''$ ($= \frac{1}{4}$ Kaliber) var omtrent tre Gange saa stor, som den absolute Fasthed. Rujerncylindren sprængtes nemlig først

ved en Pression, der i Middeltal af tre Prøver var omtrent 37,800 \mathfrak{H} pr. Kvad. Tomme, hvilket svarer til en absolut Fasthed af 75,600 \mathfrak{H} , medens Materialets absolute Fasthed i Virkeligheden kun var 26,800 \mathfrak{H} ., og altsaa en Prøvebarre af Tversnit, som Cylindervæggen, i Prøvemaskinen allerede vilde afslides ved en Belastning af 13,400 \mathfrak{H} pr. Kvadrat Tomme. Ved en Vægtykkelse lig Kalibret (= 2 Tommer) sprængtes først Cylinderen ved en Pression af 80,000 \mathfrak{H} pr. Kvadrat Tomme, medens Materialets absolute Fasthed, som nævnt, kun var 26,800 \mathfrak{H} ., og selv om man kunde antage, at enhver Del af Cylindervæggen bidrog ligemeget til Modstanden, vilde altsaa en Barre af samme Tversnit kun have udholdt en Belastning af 53,000 \mathfrak{H} , o.s.v.

Nu har vistnok Cylinderformen i denne Henseende sin Betydning; men Ingen vil vel tillægge denne alene den store Forskjellighed i Modstandsevnen. Rodman vil forklare Tingen saaledes, at, ligesom en statisk Belastning er en aftagende Funktion af Tiden, vil ogsaa for en hvilkensomhelst Kraftanvendelse for et givet Arbejde Kraften være en aftagende Funktion af Tiden; m. a. O., fordi Maximalpressionen i en Kanon, ligesom i disse Cylindere, kun eksisterer i en saa overordentlig kort Tid, ville Kanonerne kunne udholde en betydelig større Pression, end den, der lader sig beregne af Kanonvæggenes Tykkelse og Materialets absolute Fasthed, saaledes som denne Størrelse fremgaar af Forsøgene i en almindelig Prøvemaskine, selv om man ganske lader ud af Betragtning, at Materialets effektive Modstand i en Kanon er omvendt proportional med Kvadratet af Afstanden fra Axen. I Realiteten kan det vel være omtrent ligegyldigt, hvorledes man forklarer Fænomenet; Hovedsagen er, at Modstandsevnen under saadanne Omstændigheder faktisk viser sig større; men, saavidt skjønnes, ligger det

dog nærmere at søge Forklaringen simpelthen deri, at man har at bestille med en virkelig Stødkraft; thi paa Grund af Krudtgasernes overordentlig hurtige Udvikling afgiver exploderende Krudt en saa fuldkommen Stødkraft, som man kan ønske sig, og ovenfor er anført direkte Forsøg, som vise, hvorledes en Stødkraft forholder sig i denne Henseende.

Ved en Sammenligning mellem de Kræfter, som det er Materialets Opgave at modstaa i en Kanon, og de Kræfter, som det paavirkes af i en Prøvemaskine, hvad enten denne er indrettet til hurtig eller til langsom Afslidning, gjør sig endnu en anden Omstændighed gjeldende, der yderligere vil forøge den Forskjellighed, som allerede eksisterer uden Hensyn til denne. Vi have nemlig hidtil kun betragtet Stødkraften i en Kanon, som en enkelt Kraft, eller rettere kun taget Hensyn til en enkelt Komponent af den, medens det virkelige Forhold er, at Materialet samtidig angribes af en hel Komplex af Kræfter, baade momentane og permanente, der arbeide i forskjellige Retninger. Derved vil Materialets Vilkaar i begge Tilfælder nødvendigvis blive endnu mere ulige; thi selv uanseet, hvilken Indflydelse dette samtidige Angreb har paa Jernet, maa man fornuftigvis allerede paa Forhaand antage, at det ikke kan være ligegyldigt for Materialets Styrke, om det angribes i flere Retninger paa engang eller kun i een; enten en Forøgelse eller en Formindskelse i Modstandsevnen mod den enkelte Kraft maa der resultere af dette Forhold. Spørgsmaalet om, af hvad Natur nu denne Indflydelse er, hvilket man ikke vel kan skyde fra sig, er derimod særdeles vanskeligt at besvare, fordi de dertil nødvendige Data for en stor Del mangle, og specielt maa man vistnok erklære Virkningen af det samtidige Angreb af Stødkraftens fire Komponenter, der arbeide i tre paa hinanden lodrette Retninger, for et fuldstændig

uløst Problem, hvor der aldeles ingen Experimenter foreligger, og hvor man saaledes i det høieste blot kan støtte sig til fjernere Analogier, og forresten kun er henvist til Ræsonnementet.

Betragter man af Stødkraftens fire Komponenter for det Første alene den tangential og den longitudinale, saa bliver Forholdet analogt med Tilstanden i en Jernstang, der samtidig med, at den strækkes efter sin Længderetning, tillige strækkes efter en Retning lodret paa denne. Den Anskuelse ligger nært og er ogsaa udtalt, at Strækningen i den ene Retning vil modarbejde den Forringelse af Tversnittet, som vilde være Følgen af, at den anden Strækkraft virkede alene, — at saaledes denne samtidige Strækning i to Retninger vilde give Jernet en større Modstandsevne mod hver enkelt af Strækkrafterne, end det ellers vilde have. Betragter man dernæst Kompressionskraften sammen med den tangential og den longitudinale Strækkraft, saa havde man altsaa at tænke sig Jernstangen paavirket af en Kompressionskraft, men samtidig udsat for Strækkrafter i derpaa lodrette Retninger, og efter samme Anskuelse skulde altsaa i dette Tilfælde den samtidige Kompression begunstige den Tversnitsforringelse, som vilde være en Følge af Strækkrafterne og saaledes forringe Stangens Modstandsevne mod disse.

Saadanne Omstændigheder vilde selvfølgelig øve en meget stor Indflydelse paa de Værdier, som de almindelige Prøvemaskiner vilde give for Materialets absolute Fasthed, fordi man kun kan faa det rigtige Udtryk for denne Egenskab ved samtidig at tage Hensyn til Tversnittets Forringelse; men i en Kanon bliver Forholdet et ganske andet; her spørges der desuden væsentlig kun om den ved et saadant samtidigt Angreb fremkaldte varige Forandring i Jernets Egen-

skaber, og, som vi skulle se, har man her neppe Grund til at antage nogen Forøgelse af den absolute Fasthed. I en Afhandling, „Ueber die Festigkeitsversuche mit Eisen und Stahl,“ i Erbkam's Zeitschrift für Bauwesen for dette Aar har A. Wöhler leveret en theoretisk Udvikling af et Legemes Forhold under Paavirkning af en enkelt eller flere samtidige Kræfter. Naar et Jernprisme paavirkes af en Stræk- eller Kompressionskraft i Længderetningen, indtræder i Legemet en Række af Bevægelser (Formforandringer), hvis endelige Resultat er, at, naar Strækningen eller Sammentrykningen pr. Længdeenhed i Axeretningen er $=1$, saa er Forringelsen eller Udvidelsen i Tversnittet $= \frac{1}{4}$. Naar Tversnittets Forringelse eller Udvidelse bliver forhindret (ved Kræfter, der netop ere store nok til at forebygge en Formforandring i nogen anden Retning, end i Længderetningen), saa er Strækningen eller Sammentrykningen i Axeretningen blot $= \frac{1}{2}$, men i begge Tilfælde bliver Legemets kubiske Indhold forøget eller forringet i samme Grad, og altsaa bliver ogsaa dets specifikke Vægt forringet eller forøget i samme Forhold. Alt dette har imidlertid kun Gyldighed indenfor Elasticitetsgrænsen; overskrides denne, saa at man faar permanente Strækninger, lade de deraf resulterende Bevægelser i Metalmassen sig ikke bringe i Beregning, og dette Tilfælde kan selvfølgelig indtræde naarsomhelst ved Kanoner. Ikkedestomindre ville dog ovenstaaende Resultater være af Interesse, naar man ved Siden deraf erindrer, at baade ved Koldvalsning, hvor man væsentlig kun eller ialfald hovedsagelig har en Kompressionskraft, og ved Traaddragning, hvor man samtidig har baade en Kompressionskraft og en Strækkraft, bliver Jernets spec. Vægt forringet*), ligesom det ogsaa er paavist af Kirkaldy, at

*) Kirkaldy, „Experiments etc.“

en Jernstang ved Strækning alene faar en mindre spec. Vægt.

Bliver altsaa den spec. Vægt forringet, naar en Jernstang strækkes efter en enkelt Retning, maa det vel med al Rimelighed antages, at det vil ske i endnu høiere Grad ved en Strækning i to paa hinanden lodrette Retninger, som ved det samtige Angreb af Tangential- og Longitudinalkraften i en Kanon. Indtræder der videre en Forringelse af den spec. Vægt under Paavirkning af en Kompressionskraft i en enkelt Retning, som ved Koldvalsningen, eller ved det samtidige Angreb af en Kompressions- og en Strækkraft, lodrette paa hinanden, som ved Traaddragningen, saa vil det ske i endnu høiere Grad under Forholde, der ere analoge med en Sammenvirken af Kompressionskraften, den tangential og den longitudinale Strækkraft i en Kanon. Det tør saaledes formentlig ansees temmelig sikkert, at det samtidige Angreb af disse tre tidtnævnte Kræfter i Kanonen stedse vil tendere til at forringe Materialets spec. Vægt, gjøre det mindre tæt, og dermed skade dets Cohæsion, dets Fasthed; thi denne Egenskab hænger hos Jernet meget nøie sammen med dets spec. Vægt; derom kan man let nok overbevise sig ved at gjennemgaa en hvilkenksomhelst Forsøgsrække, hvor begge disse Værdier ere bestemte for de enkelte Prøvebarrer. Til at bedømme, i hvilken Grad Materialet paa denne Maade svækkes, mangler man derimod, saavidt skjønnes, ethvert Holdepunkt. Et praktisk Bevis for Rigtigheden af denne Opfatning maa antagelig ogsaa kunne hentes fra den Omstændighed, at alt, som kan bidrage til at svække Reactionen fra Skuddet (Rekylen), saaledes f. Ex. ogsaa en forøget Masse hos Kanonlegemet, synes i væsentlig Grad at styrke Kanonen; men ved den almindelige Anordning ved

Kanoner med Tapper er jo denne Reaction intet andet, end den saakaldte Longitudinalkraft.

Uagtet det egentlig ikke hører hjemme paa dette Sted, skulle vi dog med engang bemærke, at Kompressionskraften, til hvilken vi forøvrigt senere komme tilbage, vil tendere til at udvide Kanonløbet og dermed understøtte den tangentielle Kraft. Hvad endelig den transversale Kraft angaar, saa synes den vistnok nærmest at angribe Materialets relative eller Bøiningsfasthed; men herved maa dog formentlig erindres, at Forholdene i en Kanon ikke ere ganske analoge med de almindelige Bøiningsfænomener. Naar en Stang, der er befæstet i den ene Ende eller ligger frit an paa begge Ender, belastes og bøies, saa vil efter den almindelige Opfatning paa den ene Side af Stangen indtræde en Kompression, paa den anden Side en Strækning, saaledes at den relative Fasthed kan ansees som en Resultant af vedkommende Materiales absolute og tilbagevirkende Fasthed. Ved en Kanon derimod bliver Forholdet nærmest at sammenligne med det Tilfælde, at Stangen er urokkelig befæstet i begge Ender og angrebet i Midten; isaafald er intet Skikt i Stangen udsat for Kompression, men overalt vil der indtræde en Strækning, og det bliver saaledes kun i Virkeligheden et Angreb paa den absolute Fasthed. Nu vil den transversale Kraft i sin Bestræbelse for at brække Kanonløbet op transverselt nødvendigvis ogsaa tendere til at udvide Kanonløbet, og saaledes vil ogsaa denne i Virkeligheden kun understøtte baade den tangentielle og den longitudinale Kraft.

Vi komme dernæst til de permanente Kræfter, navnlig Varmetensionerne. I forrige Afsnit er i korte Træk antydnet, hvorledes disse stille sig ligeoverfor Kanonens specielle Form og Konstruktionsforholde, om de forøge eller

forringe dens Styrke; her er derimod Stedet til at undersøge, hvilken Indflydelse de maatte have paa selve Materialet, paa Jernets Fasthed eller Modstandsevne idethele, om denne forøges eller forringes ved det samtidige Angreb af en permanent Kraft og en Stødkraft, der arbeide i samme Retning.

Ved dette Spørgsmaal komme vi strax ind paa en Eendommelighed hos Jernet, der vistnok længe har været kjendt, men som ligetil den allersidste Tid ikke har været fuldstændig udredet, og hvis Betydning for Jernets praktiske Anvendelser hidtil maaske ikke er bleven vurderet ganske efter Fortjeneste, — nemlig dets saakaldte Træthed; under denne Betegnelse forstaar man Jernets eendommelige Forhold ved idelig gjentagen Anbringelse og Fjernelse af en Belastning. Blandt andre har Fairbairn allerede tidligere paavist, at Jernet under saadanne Omstændigheder vil forholde sig exceptionelt, og vil ikke kunne taale en Belastning, der ligger endog langt under Brudbelastningen ved permanent Belastning. Ved nogle Forsøg med Rujern i denne Retning af Kapt. Rodman*) fremgaar tillige, at, naar en Jernbarre efter en længere Række umiddelbart paa hinanden følgende Belastninger og Aflastninger faar Lov til at hvile gjennem et ikke altfor kort Tidsrum (f. Ex. et Par Uger), saa vil baade den permanente Forlængelse og den fra den enkelte Anbringelse af Kraften hidrørende Strækning formindskes betydelig, endog i den Grad, at der i enkelte Tilfælder behøvedes nogle og femti Gjentakelser, for at bringe Strækningen og den permanente Forlængelse op til det samme Punkt, hvor de vare før Begyndelsen af Hvielperioden, saaledes at Jernets Modstandsevne klarligen for-

*) „Reports of experiments etc.“ Pag. 167. o. fl.

øgedes ved denne Hvile, og det derved blev istand til at udholde et større Antal Gjentagelser af Belastning og Aflastning, end det ellers vilde have gjort. Rodman vover imidlertid ikke af denne enkelte Svite af Forsøg at uddrage den Slutning, som kunde synes at ligge nær, at en Kanon vil vise sig mere udholdende, naar der fyres med Mellemrum mellem hvert Skud eller ialfald kun med kortere Perioder, der afløses af længere Hvile. Selv om dette skulde vise sig at have sin Rigtighed, hvilket vistnok er sandsynligt, har det antagelig liden Betydning for Praxis, hvor man naturligvis, netop naar det gjelder, ikke efter Behag kan tilstede saadanne længere Pauser. Uagtet det neppe heller har større Interesse for Praxis, kan dog hidsættes nogle Resultater, der fremgaar af en Svite Experimenter af Stummer-Traunfels med Jernbaneaxler af Bessemermetal. Disse udsattes for gjentagne Slag af en faldende Blok, og det viste sig derved, at, naar man kun lidt efter lidt forøgede Blokkens Faldhøide, var Staalets Modstandsevne meget større, saa at Axlerne under saadanne Omstændigheder meget vel udholdt Slag, som knækkede dem, naar de strax med engang udsattes derfor. Dette tyder altsaa paa, at Jernet paa en Maade opøves, og, kan man overhovedet slutte fra disse Forsøg til Jernets Forhold i Kanoner, vilde altsaa deraf følge, at man i Begyndelsen af en Skydeperiode altid skulde begynde med svagere Ladninger, og i denne Henseende, saavidt muligt, gaa gradvis opover.

I de senere Aar er der, navnlig i Tyskland, anstillet flere Forsøg, der have kastet mere Lys over denne Eienommelighed, som man har betegnet ved Jernets „Træthed,“ blandt andre ogsaa af den ovennævnte Ingeniør ved den østerrigske Nordbane v. Stummer-Traunfels. Særdeles instruktive i denne Henseende ere dog fremforalt de Expe-

rimiter, som Hovedingeniøren ved den Niederschlesisch-Märkische Jernbane, A. Wöhler, har udført for at bestemme det relative Værd af Jern og Staal for Jernbaneaxler. Han benyttede hertil flere forskellige Prøvemaskiner, hvorved han blev istand til

- 1) at underkaste Jernet en Tension, uafslædig vekslede i alle Retninger, altsaa en idelig vekslede Extension og Kompression, idet Prøvestangen paa samme Tid, som den var paavirket af en transversal Kraft, dreiedes meget hurtigt rundt,*)
- 2) at underkaste en Jernstang Paavirkningen af en idelig gjentagen Transversalkraft i en enkelt Retning, dels saaledes, at Barren mellem hvert Angreb af Kraften havde fuldkommen Frihed til at indtage sin naturlige Ligevægtstilstand, dels saaledes at den mellem hver Gang ikke blev befriet for den hele Tension, men kun for en Del af den,
- 3) under lignende Betingelser at underkaste en Jernbarre Tension efter dens Længderetning.

Det væsentligste Resultat, som vedrører vor Gjenstand, var dette: „Man kan fremkalde Brud hos et Material ogsaa ved hyppig gjentagne Svingninger, af hvilke ingen naar den absolute Brudgrændse. Differentserne i de Tensioner, som Svingningerne medføre, ere i denne Henseende det Bestemmende. Den absolute Størrelse af Grændsetensionerne ere blot forsaavidt af Indflydelse, som de Differentser, der kunne frembringe Brud, forringes med voxende Spænding.“

Det viste sig t. Ex., at en Staalstang, der hurtigt vilde knække ved en vekslede Belastning og Aflastning af 40 Tons

*) Cfr. ogsaa „Om jerns och ståls böininghålfasthet under roterande rörelse“ af C. A. Ångström, Jernkontorets Annaler. 1867.

pr. Kv.tomme, med fuld Sikkerhed kunde udsættes for en saadan idelig gjentagen Belastning og Aflastning, naar man for hver Gang ikke fjerner den hele Belastning, men f. Ex. kun Halvparten. Saaledes vil altsaa det rette Udtryk for Jernets Modstandsevne mod Tensioner, idelig gjentagne i samme Retning eller vekslede i modsatte Retninger, være Differentsten mellem Værdierne af de to Yderled af Belastningen, hvad enten begge ere positive, eller den ene positiv den anden negativ (en vekslede Kompression og Extension). Til nærmere Belysning af denne Lov hidsættes følgende Sammenstilling af Wöhler's Forsøg. Ved Angreb paa den absolute og relative Fasthed kunne med lige Grad af Sikkerhed mod Brud Svingninger finde Sted mellem følgende Grændser:

Ved Jern.	{	Mellem	+	160	Ctr. og	—	160	Ctr.)	{	Tension pr.
		—	+	300	„	-	\pm 0	„		Kv.tomme.
		—	+	440	„	-	+ 240	„		
Ved Støbe- staal for Axler.	{	Mellem	+	280	Ctr. og	—	280	Ctr.)	{	Tension pr.
		—	+	480	„	-	\pm 0	„		Kv.tomme.
		—	+	800	„	-	+ 350	„		
For uhær- det Støbe- staal for Fjædre.	{	Mellem	+	500	Ctr. og	\pm 0	Ctr.)	{	Tension pr.	
		—	+	700	„	-	+ 250			„
		—	+	800	„	-	+ 400			„
		—	+	900	„	-	+ 600			„

Herhen høre ogsaa nogle ældre Forsøg, som bleve udførte paa Foranledning af den engelske Jernbanekommission med særligt Hensyn paa Bygningen af Jernbanebroer; de belyse specielt Rujernets Forhold i denne Henseende ligeoverfor virkelige Stød. Der anvendtes Rujernbarrer med fri Spændvidde = 13' 6", Tversnit = 3 \times 3 Tommer, Vægt

af den fri Længde i Middeltal = 382 \mathcal{H} , og Faldkuglens Vægt var = 303 \mathcal{H} .

Forsøgets Nummer.	Størrelsen af den permanente Belastning.	Kuglens Faldhøide, ved hvilken Barren knækkede.	Produktet af Hastighed og Faldvægt.
19	0	2'4 $\frac{1}{2}$ "	3,744
21	28 \mathcal{H} paa Midten	3'6"	4,546
22	4 \mathcal{H} paa Midten og 166 \mathcal{H} fordelt	4'	4,860
23	4 \mathcal{H} paa Midten og 389 $\frac{1}{4}$ \mathcal{H} fordelt	4'	4,860
24	389 \mathcal{H} fordelt	4'	4,860
25	4 \mathcal{H} paa Midten og 391,2 \mathcal{H} fordelt	5'6"	5,699
26	4 \mathcal{H} paa Midten og 956 $\frac{1}{4}$ \mathcal{H} fordelt	5'	5,434

At en permanent Belastning virkelig er af stor Betydning for Rujernets Modstandsevne mod Stød, fremgaar tydeligt heraf; men nogen Lov for denne Tilvæxt i Styrke skal man vel vanskelig kunne uddrage af disse Par Forsøg, og flere kjendes ikke.

Disse Resultater af Wöhler's og den engelske Jernbanekommissions Experimenter synes at maatte blive et temmelig væsentligt Moment for vor Gjenstand, Kanonmaterialerne; thi der er vel ingen af Jernets utallige Anvendelser, ved hvilken det udsættes for saa enorme Overgange, som i Kanoner, hvor Jernet det ene Øjeblik har at modstaa Krudt-

gasernes voldsomme Tension og det næste Øjeblik er aldeles befriet for den. Man ledes direkte til den Slutning, at man maatte kunne styrke en Kånon ved at formindske Grændserne for denne voldsomme Variation, hvilket vel praktisk kun kan ske ved i selve Kanonmassen at tilveiebringe en permanent Tension, der arbejder i samme Retning, som Stødet fra det exploderende Krudt, thi naar kun Jermet anstreges permanent i en bestemt Retning, saa maa jo Resultatet blive det samme. I denne Henseende kunne vistnok ogsaa de kunstige Tensioner komme i Betragtning, men man har dog isærdeleshed at rette sin Opmærksomhed paa Varmetensionerne, fordi disse ikke optræde blot i en enkelt Retning. Saadan som vi i forrige Afsnit have seet, at Varmefordelingen i Kanonvæggene efter al Sandsynlighed er, ville Varmetensionerne vistnok kun meget ufuldkomment kunne repræsentere en permanent Belastning; men det synes dog paa den anden Side rimeligt, at de med al sin Ufuldkommenhed dog ikke kunne være uden Betydning i denne Henseende. Dette er formentlig ogsaa omtrent alt, hvad man for Tiden med nogenlunde Sikkerhed kan sige om den Sag, da vi her atter ere inde paa et Feldt, hvor man, saavidt jeg er istand til at indse, mangler de aller nødvendigeste Holdepunkter for at kunne opgjøre sin Mening, og hvor det derfor antagelig vilde være ørkesløs Gjerning at ræsonnere videre frem og tilbage. Fremforalt paatrænger sig dog Spørgsmaalet om de tilladelige Maximumsgrændser for Varmetensionerne; efter Wöhler's Resultater maa den permanente Belastning være forholdsvis saameget større, jo større den angribende Kraft er, og, da nu den Kraft, som det exploderende Krudt udvikler i Kanonløbet, stedse bevæger sig nær Ydergrændserne for Materialets Holdbarhed, skulde altsaa Varmetensionerne i den Henseende have

næsten fuldstændig Frihed; men her træder den Omstændighed til, som allerede oftere er berørt, at de samme Kræfter kunne forholde sig meget forskjelligt ligeoverfor Materialet og ligeoverfor selve Gjenstanden eller Konstruktionen, endog i den Grad, at disse to Hensyn kunne komme i fuldstændig Strid med hinanden, hvilket formentlig netop er Tilfældet her, idetmindste for de longitudinale Varmetensioners Vedkommende.

Sammenligner man saaledes Materialets Vilkaar i en Kanon og i en Strækmaskine, ere de saa forskellige, at de almindelige Fasthedskoefficienter under ingen Omstændigheder kunne give nogen absolut Værdi for Materialernes Modstandsevne mod Stødkrafterne og de øvrige Kræfter i en Kanon. Dette kunde imidlertid ogsaa være temmelig ligegyldigt; Hovedsagen vilde naturligvis være at faa en relativ Værdi, et Udtryk for Materialernes indbyrdes Rangforhold i denne Henseende; men heller ikke et saadant finder man i de almindelige Fasthedskoefficienter, eller ialfald kun meget betingelsesvis. Man er ingenlunde berettiget til uden Videre at slutte, at Modstandsevnen mod Kræfterne i en Kanon er i samme Forhold større eller mindre hos et Material, end hos et andet, som den absolute Fasthed, saaledes som denne fremgaar af de ordinære Strækprøver, er større eller mindre.

Erfaring lærer, at man t. Ex. af et større Parti Rujernkanoner ved simple Fasthedsprøver ikke kan faa udskilt de gode Kanoner fra de daarlige; Forsøget er i 1847 i Amerika bleven gjort i meget stor Udstrækning*); men man kom ikke Opgaven nærmere, end at de Kanoner, som efter Fasthedsprøverne bleve stillede i første Klasse, viste et

*) „Reports of experiments on the strength etc.“ Filadelfia, 1856.

mindre Procenttal daarlige Kanoner, end de, som bleve stillede i de lavere Klasser. Allerede den Omstændighed, at man, belært af Erfaring, til en Kanon aldrig vælger det fasteste Rujern eller det fasteste Staal, viser noksom, at en stor Fasthed her ikke er tilstrækkelig, men at der desuden fordres noget andet og mere. Fastheden er ganske vist ogsaa her en meget vigtig Faktor, og man vilde feile stortilgen ved ikke at tage tilbørligt Hensyn til den, men den er ikke den eneste og neppe engang den væsentligste Faktor; man maa til et Kanonmaterial stille et ueftergiveligt Krav paa andre Egenskaber, som senerehen i dette og det følgende Afsnit skulle blive udførligt udviklede; vi skulle paa dette Sted blot indskrænke os til nogle foreløbige Bemærkninger.

Gjennemløber man de mangfoldige Forsøgsrækker over den absolute Fasthed hos Rujern, Staal og Stangjern, saa finder man, at den for Rujern varierer mellem cr. 9,000 \mathcal{T} pr. Kv.tomme engelsk og lige op til næsten 50,000 *) \mathcal{T} pr. Kv.tomme. Skulde man opstille nogen Gjennemsnitsværdi, hvilket naturligvis i praktisk Henseende intetsomhelst Værd har, saa maatte vel en saadan for de bedre Rujernsorter falde omkring 25—30,000 \mathcal{T} , for Stangjern omtrent ved 50,000 \mathcal{T} og for Staal omkring 80—90,000 \mathcal{T} . Imidlertid ere Grændserne for Stangjernets og Staalets Variationer endnu meget videre end for Rujern; for Stangjern falde de laveste Værdier omtrent ved Middelværdierne for Rujern, medens det i de bedste Kvaliteter naar langt udover de lavere Grændser for Staalet, hvilke falde omtrent i Høide med Stangjernets Middelværdier. At Variationerne i Fasthedskoefficienterne overhovedet kunne være saa over-

*) 49,496 \mathcal{T} , cfr. „Rodman's Reports etc.“

ordentlig store, er efter den i Begyndelsen af Afsnittet fremstillede Opfatning af Jernet meget vel forstaaeligt, og allerede denne Omstændighed, at Ydergrændserne for de forskellige Jernmodifikationers absolute Fasthed gribe saalangt udover hinanden, indeholder en Advarsel mod for en hvilken som helst praktisk Anvendelse af Jernet ubetinget at for-dømme den ene eller ubetinget at hæve den anden Jernvarietet. For tilfulde at vurdere Betydningen af disse svære Variationer, faar man nemlig erindre, at ikke alene de enkelte Klasser, Rujern, Staal og Stangjern, kunne omfatte Varieteter af saa yderst forskjellig Fasthed, men at alt Jern i høieste Grad er afhængigt af den Behandling, som bliver det tildel; et Rujern t. Ex. kan ved forskjellig Behandling efterhaanden drives til at gennemløbe en temmelig betydelig Strækning af den Skala, som Fasthedsprøverne for Rujern omfatte, baade opover og nedover; det samme gjelder ogsaa for Stangjern og Staal, hvis absolute Fasthed f. Ex. forhøies betydeligt ved mekanisk Behandling i kold Tilstand, men forringes ved Glødning, og dette sidste gjelder endnu i høiere Grad om Staal, end om Jern. En anden Virkning af samme Aarsag er naturligvis ogsaa dette, at de forskjellige Partier af en og samme Gjenstand kunne vise en meget forskjellig Fasthed, fordi man ikke altid har i sin Magt eller ikke gjør, hvad man kan, for at stille alle Dele af en større Gjenstand under lige Vilkaar, saa de faa en ensartet Behandling; Exempler paa saadanne Variationer har man nok af, og, om jeg ikke feiler meget, behøver man ikke at gaa længere bort, end til de her i Landet arbeidede Staalkanoner, ikke større end disse ere. Disse og lignende Ulemper, der nærmest vedrøre selve Bearbejdelsen, ere fælleds for alle Anvendelser af Jernet, om end i ulige Grad, men der er dog den store Forskjel, at, medens man ved Bestem-

melsen af Materialtykkelsen for Artikler fra Maskin- og Bygningsfaget stedse har Anledning til at anvende de saakaldte Sikkerhedskoefficienter, falder ogsaa denne Udvei ifølge Sagens Natur her væk af sig selv, og man har her at søge sin Sikkerhed ad andre Veie; af saadanne gives der vistnok flere, men fremforalt har man at rette sin Opmærksomhed paa Strækbarheden, som vi strax nærmere skulle betragte.

Efter dette Resultat have vi saaledes ingen Grund til at indlade os paa nogen udførligere Betragtning af Fasthedsprøverne i deres Almindelighed. Kun et Par specielle Bemærkninger kan tilføies, som maaske ville have sin Interesse i denne Forbindelse. Saavidt vides, er Kirkaldy den første, der har paavist, at Prøvestangens Længde eller rettere Længden af det inddreiede Parti, der nærmest udsættes for Strækraftens Paavirkning i Maskinen, er et meget væsentligt Moment for Resultatet af Prøven. Det viste sig, at, naar det inddreiede Stykke var ganske kort, fik man stedse en betydelig større Værdi for den absolute Fasthed, end naar det var længere, og denne Forskjel kan gaa ligetil over 30 %. Kirkaldy tilskriver ogsaa denne Omstændighed den betydelige Forskjel i Resultaterne mellem enkelte af hans egne og tilsvarende Forsøg, udførte i Woolwich for den engelske Regjering, der alle gav meget større Værdier, end Kirkaldys. Det samme fremgaar ogsaa af nogle Experimenter af Mr. Thos. Vickers; saaledes brast f. Ex. en Staalbarre, der kun for et ganske kort Stykke var inddreiet til en Diameter af $\frac{3}{4}$ " først ved en Tension af $79\frac{1}{2}$ Tons pr. Kv.tomme, medens en anden Barre af nøiagtig det samme Staal, som var inddreiet til en Diameter af 1 Tomme i hele 14 Tommers Længde brast allerede ved en Tension af 60 Tons pr. Kv.tomme. Sagen synes i sig selv let at forstaa;

det ligger temmelig nært, at, naar den inddreiede Del af Prøvebarren er 14 Tommer lang, saa vil ved saavidt ujevne Produkter, som et Stangjern og Staal altid ville være, Chancen for at træffe et svagere Sted være 14 Gange større, end naar den inddreiede Del kun er f. Ex. 1 Tomme lang. At ogsaa den kortere Stang kan træffe til at vise en mindre absolut Fasthed, er efter denne Opfatningsmaade vistnok muligt; men Chansen for det Modsatte er dog større. Hvorvidt denne Forklaring er rigtig eller ei, er forresten ganske ligegyldigt; vi have her Fakta at holde os til, og det slaar neppe feil, at flere Experimenter have været ukorrekte i denne Henseende, saaledes maaske ogsaa nogle Strækforsøg med Staal fra Næs, Høgbo og Krupp, som man finder refererede i den norske Artilleris Aarsberetning for 1867. Uagtet det ikke af Beskrivelsen fremlyser ganske klart, synes det dog, som om man her har arbeidet med et helt Udvalgt af forskjellige Længder, og derefter har sammenlignet Resultaterne og ialfald delvis benyttet dem som Grundlag for en Dom om vedkommende Materialers Tjenlighed. I Forbindelse hermed turde det maaske ogsaa fortjene at nævnes, at Strækningen pr. Længdeenhed af en Prøvebarre tildels ogsaa synes at staa i nogen Forbindelse med Barrens Længde.

Den samme Wöhler, hvis Forsøg med gjentagne og veksellende Tensioner ovenfor kortelig ere refererede, havde til sidste Pariserudstilling fremsendt nogle instruktive Prøver, der fremstillede Brudfladerne under forskjellige Omstændigheder. Det viste sig, at, naar en Jernbarre ved Inddreining havde faaet veksellende Dimensioner, saa var den derved foraarsagede Forringelse i Modstandsevnen mod ydre Paa-virkninger i høi Grad afhængig af, om Overgangen mellem de ulige Dimensioner vare mer eller mindre skarpe; naar

Inddreiningen var gjort under Form af en skarp Vinkel, kunde Forringelsen i Styrke gaa lige til $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{3}$; det fremgik tydelig, at Bruddet under saadanne Omstændigheder indtraadte lidt efter lidt helt rundt om Inddreiningen, og at den øvrige Del af Barren først gav efter, naar den derved dannede Spalte var naaet langt nok ind. Forholdet stiller sig langt gunstigere, naar Overgangen er mindre skarp, enten afrundet eller allerbedst svagt konisk. Man har heri et direkte Fingerpeg for den Form, man bør give den indre Afslutning af Kanonløbet. Det er vistnok saa, at, jo længere det egentlige Krudtkammer er, desto større Magt faar den transversale Kraft, men dette hindrer dog ikke, at man ialfald i nogen Udstrækning kan tage Hensyn til de her antydede Forholde, og det er jo ogsaa skeet ved flere Kanoner, t. Ex. de Dahlgrenske.

Elasticiteten. Vi komme dernæst til den Egenskab, der betinger Muligheden af forbigaaende Formforandringer. Betydningen af Elasticiteten for et Materiales Modstandsevne er jo denne, at den ligesom giver et Spillerum for Kraften, førend Brud eller permanent Formforandring indtræder, og man maa derfor antage, at et Material, der er mere modtageligt for forbigaaende Formforandringer og tillader dem i større Udstrækning, har en Betingelse mere for at kunne modstaa Angrebet, fremfor et forøvrigt ganske analogt Material, der har mindre Disposition i denne Retning. Da Elasticiteten forstørstedelen taber sit Værd ligeoverfor Kræfter, der ere istand til at drive Materialet udover Elasticitetsgrænsen, og denne Fare vistnok er tilstede i en Kanon, om nogensinde, saa bliver der her nærmest Spørgsmaal om Elasticitetsgrænsens Beliggenhed og tildels om Størrelsen af de forbigaaende Forandringer ved denne, hvor dog Undersøgelserne endnu ere meget mangelfulde.

Gjennemgaar man en større Række Forsøg, finder man, at Forholdet mellem Belastningen ved Brud og Belastningen ved Elasticitetsgrænsen vistnok varierer adskilligt baade for Rujern, Staal og Stangjern; men at baade Variationens Størrelse er temmelig lige for alle tre Grupper, og at et Middeltal, som tilnærmelsesvis kunde udtrykke dette Forhold, vilde falde forholdsvis meget nært sammen for alle Jernvarieteter. Absolut taget, ligger derimod Elasticitetsgrænsen høiest hos det haardere Staal, og de forbigaaende Formforandringer ved denne Grændse ere ogsaa her størst; dette Produkt har altsaa i begge disse Henseender en ubestridelig Forrang. Da nu dertil det haardere Staal besidder den største absolute Fasthed, maatte man nødvendigvis altid uden Betænkning foretrække et saadant Staal til Kanoner, saafremt et Kanonmateriales Tjenlighed bestemtes af dets absolute Fasthed og dets Elasticitetsforholde; men, som allerede tidligere er berørt, og nedenfor skal blive videre udviklet, er dette ingenlunde Tilfældet. Allerede den Omstændighed, at man i Praxis aldrig vælger et saadant Staal til Kanoner, kunde være Bevis nok; men, selv om man fra Praxis kunde hente noget Haab om, at de Kræfter, der optræde i en større Kanon, ikke ville drive Materialet udover Elasticitetsgrænsen, saa faar man dog ikke glemme, at denne Grændse ingenlunde er en fast, uforanderlig Størrelse. Ligesom den er forskjellig ikke alene for hver enkelt Jernvarietet, men, man kan sige, for hvert enkelt Specimen, hvert enkelt Stykke Jern, saaledes kan den nemlig ogsaa for et og samme Jern efter de forskjellige Behandlingsmaader bringes til at variere betydeligt, endog saameget at den stundom kan drives op mod selve Brudgrænsen, medens den ved Glødning kan bringes til at synke i samme Forhold; i en anden Forbindelse

komme vi senere tilbage til dette. Under saadanne Omstændigheder er det, i Forbigaaende bemærket, unegtelig en Smule paafaldende i det norske Artilleris Aarsberetning for 1867 blandt Resultaterne fra de fornævnte Strækforsøg med Staal af forskjellig Herkomst, at finde specielt fremhævet som et Hovedresultat, at Elasticitetsgrænsen for Prøvestangen af et Staal laa ca. 2,000 \mathcal{D} lavere, end for et andet, d. v. s. en Forskjel af ca. 6 %.

Imidlertid medfører et Stød ikke blot en enkeltstaaende forbigaaende Formforandring, men da Ligevægten ikke indtræder øieblikkelig igjen, ville de molekulære Bevægelser efter hvert Stød arte sig som fuldstændige Svingninger i Massen; med andre Ord — Elasticitetens Oscillationer ere intet andet, end de i forrige Afsnit omhandlede Vibrationer. Et Materiales Tilbøielighed til at geraade i Vibrationer under Paavirkningen af et Stød af given Styrke vil saaledes afhænge af dets elastiske Kraft, og Udtrykket for denne, Elasticitetsmodulen, maatte altsaa kunne give et relativt Maal for Materialets Modtagelighed for Vibrationer; jo større Elasticitetsmodulen er, desto mindre svigter Materialet ligeoverfor en given Kraft, desto mindre udsættes det for Vibrationer, og jo mindre hin er, desto voldsommere ville Svingningerne blive i Massen. Nu falde Bestemmelserne af Elasticitetsmodulen for Stangjern og Staal meget nær hinanden, medens den for det ordinære Rujern angives betydelig lavere; men for det første maa bemærkes, at deslige Gjennemsnittsværdier for saa overordentlig omfangsrige Grupper, som Rujern, Staal og Stangjern, her, som overalt, kun have et meget betinget Værd, og dernæst er der vistnok al Grund til at tvivle paa, at man ligeoverfor saa særdeles voldsomme Stød, som en større Kanon udsættes for, i vedkommende Materialers Elasticitetsmodul endog blot tilnær-

melsesvis kan søge noget relativt Maal for de derved forårsagede Vibrationer i Kanonlegemet og de deraf resulterende Virkninger. For Fuldstændigheds Skyld kan her tilføies, at Elasticitetsmodulen efter Dir. Styffe baade hos Jern og Staal mindskes, naar Temperaturen stiger, men at disse Forandringer dog ikke synes at overstige 0,05 % for hver Grads Tiløgning i Temperaturen.

Elasticiteten har saaledes ogsaa en meget fremtrædende Skyggeside, idet den er det egentlige Ophav til Vibrationerne, og disse, som omtalt i forrige Afsnit, maa antages at øve en særdeles skadelig Indflydelse paa Jernet. Dog kan vistnok denne Vibrationernes ugunstige Indvirkning være Gjenstand for Modifikationer, kan forværres eller forringes, eftersom den sammenhængende Metalmasse er mindre eller større, og efter Kanonens ydre Form. Ligesom et Legemes Elasticitetsforholde og dermed Betingelserne for Vibrationernes Forplantelse, ialfald for mange Legemers Vedkommende, ikke ere de samme i alle Retninger, saaledes tør det vel ogsaa ansees utvivlsomt, at Gjenstandens Form i denne Henseende har meget at sige. Navnlig synes det klart, at stærkt ud- og indspringende Vinkler, pludselige Overgange i Dimensionerne, maa afficere Vibrationernes naturlige Udvikling og bevirke, at Materialet paa selve Overgangsfladen, hvor to meget forskellige Dimensioner støde sammen, vil angribes stærkere af Vibrationerne, end under almindelige Omstændigheder. Man kan i dette Stykke, blandt flere Analogier, henvise til Axler og lignende Maskindele; de talrige Brud, der indtræffe netop paa saadanne Overgange i Diameteren, hidrøre vistnok delvis ogsaa fra andre Aarsager; men det er vel utvivlsomt, at Vibrationerne i denne Henseende spille en meget fremtrædende Rolle. Man har saaledes i denne Omstændighed et direkte Finger-

peg angaaende Kanonernes ydre Form, hvor pludselige Sprang i Dimensionerne ogsaa fra denne Side (vi skulle nedenfor se, at de bør undgaaes ogsaa af andre Grunde) udsætter Materialet for en skadelig Paavirkning, som man saaledes har i sin Magt at modificere og formilde. Ere Vibrationernes Virkninger skadelige for Jernet, naar Gjenstanden udgjør en eneste sammenhængende Metalmasse, saa ville de formentlig være det endnu i høiere Grad, naar den er sammensat af flere Dele, ligesom f. Ex. ved Armstrongkanonen, hvor Ring drives udenpaa Ring, og ved det andet Princip for sammensatte Kanoner, Materialer med aftagende Elasticitet indenfra udad, — selv uanseet, at saagodtsom alle saadanne opbyggede Kanoner i større eller mindre Udstrækning vise pludselige og store Overgange i Dimensionerne.

Strækbarheden. Det er klart nok, at, dersom man steds kunde undgaa at anstrenge et Material saa stærkt, at det antager nogen permanent Formforandring, eller efter den almindelige Talebrug — kunde undgaa at belaste det udover Elasticitetsgrænsen, saa vilde man naturligvis altid have den størst mulige Sikkerhed; men for nogen Varighed er dette vistnok kun i forholdsvis sjældne Tilfælde tænkeligt, om nogensinde. For vor Gjenstand har det imidlertid mindre Betydning, hvorvidt Jernet inden visse Grænses virkelig er fuldkommen elastisk, eller ei, — hvorvidt det indenfor en vis Maximumsværdi af Kraften ingen permanent Formforandring antager, og om man saaledes bør forklare de overmaade smaa Forlængelser, som ubestridelig fremtræde endog ved særdeles smaa Belastninger, naar Prøvestangen er tilstrækkelig lang, Maaleapparatet tilstrækkeligt skarpt, og Maalingen foretages nogenhunde snart efter Strækningen, paa andre Maader, f. Ex. som hidrørende fra den

ved selve Strækningen udviklede Varme, eller derfra, at Prøvestangen først i Maskinen under Paavirkning af en Strækkraft bliver fuldkommen ret og lige. I den permanente Udvidelse af Kanonløbet, der indtræder saa hurtigt, naar Materialet i ringeste Grad er modtageligt derfor, og som idethøieste kun for en liden Del kan tænkes hidrørende fra andre Aarsager, har man et paatageligt Bevis for, at de Kræfter, som man her har at bestille med, under alle Omstændigheder ere store nok til naarsomhelst at drive de almindelige Materialer ud over Elasticitetsgrænsen, naar de i ringeste Grad ere modtagelige for permanent Formforandring. Det vil i hvert Fald aldeles ikke kunne nægtes, at man under de særdeles voldsomme Stød i en Kanon selv ved de mest elastiske Materialer, der samtidig besidder stor Fasthed, stedse bevæger sig paa Ydergrænsen, hvor man intet Øieblik kan være fuldkommen tryk paa, at ikke Materialet drives til en permanent Formforandring, og dette er et yderst vigtigt Moment, som man intet Øieblik tør lade ud af Sigte ved Bedømmelsen af Kanonmaterialerne. Selv om man derfor kunde tænke sig et Material, der besidder saa stor absolut Fasthed, og som tillod saa betydelige forbigaaende Formforandringer, at det ubetinget maatte antages, at kunne modstaa Stødkraftens Angreb, saa yder dog et saadant Material ikke den Sikkerhed, som et mere strækbart, om dette end besidder en noget mindre absolut Fasthed.

Ved en hvilkensomhelst Staal- eller Jernstang vil der foruden den forbigaaende, den elastiske Forlængelse ogsaa indtræde en permanent Forlængelse, om ikke før, saa ialfald idet Stangen afslides, Derfor maa enhver Formel, der skal kunne give et fyldestgørende Udtryk for det ved pludselig Afslidning udførte, det dertil nødvendige mekaniske

Arbeide, altsaa ogsaa for Materialets Modstandsevne mod Afslidning ved Stød, nødvendigvis indeslutte som en positiv Hovedfaktor den Arbeidsmængde, som fremkommer, idet Kraften gennemløber en Strækning lig den permanente Forlængelse. Størrelsen af dette Produkt (Kraften multipliceret med den perm. Forlængelse) bliver altsaa en væsentlig Maalestok for Materialets Modstandsevne mod Stød, og dette Udtryk voxer og aftager direkte med Strækbarheden. Ved denne Egenskab bliver Materialet istand til ligesom at vige for Kraften, naar denne er stor nok, uden at det brister, og jo mere det viger, jo større Strækbarheden er, desto længere, gennem desto længere Veistykke kan det yde Modstand mod Stødkraften. Ved Kanoner kan man saameget mindre undvære den Hjælp, der ligger i en stor Strækbarhed, som man netop her har flere Ulemper at kjempe med og færre Hjælpemidler at disponere over end ved Jernets øvrige Anvendelser, næsten uden Undtagelse. Selv bortseet fra de mange tilfældige Omstændigheder, som enten kunne forringe den færdige Gjenstands Styrke eller forstærke den angribende Kraft, og uanseet videre, at t. Ex. to Stykker Staal af nøiagtig samme Sort saa sjelden vise sig at besidde nøiagtig samme Fasthed osv., at dette snarere maa regnes for et Træf, maa bl. a. den Omstændighed fremhæves, at Materialet i en større Blok, hvad enten denne er fremstillet ved Smedning eller Støbning, aldrig giver en saa stor absolut Fasthed, som den mindre Prøvebarre af det benyttede Material, og at Fastheden endvidere er meget ujevn i de forskjellige Dele af en og samme Blok. Fremforalt tør man intet Øjeblik glemme, at Kanontilvirkning skiller sig fra saagodtsom alle andre Jernets Anvendelser deri, at man her aldeles ikke har i sin Magt at bøde paa denne Materialets Ujevnhed og

Usikkerhed ved simpelthen at forøge Metalmassen, saaledes som man næsten altid ellers gjør, idet man ved Beregningen benytter de almindelig antagne Sikkerhedskoefficienter for de forskjellige Jernvarieteter.

Strækbarhedens store Værd ligger altsaa i den større Sikkerhed, den giver mod Brud, og ved hver enkelt Anvendelse af Jernet, hvor dets Hovedopgave er at modstaa Stød, har man saaledes, førend man træffer sit Valg, at besvare det Spørgsmaal, hvorvidt og i hvilken Udstrækning en permanent Formforandring i det foreliggende Tilfælde er tilstedelig, om en saadan maaske bør undviges næsten ligesaameget, som et Brud, eller ei.

Dersom Stødene angribe Gjenstanden i idelig vekslede Retninger, i hvilket Tilfælde der vel nærmest kun kan blive Tale om svagere Stød, f. Ex. ved Jernbaneaxler, ville permanente Formforandringer i Regelen være meget betænkelige. Følgen af Stødenes vekslede Retning vilde være en uafsladelig Bøining og Formforandring i de forskjelligste Retninger, naar man ikke kan sikre sig herimod ved at anvende saameget sværere Dimensioner, og, som vi ovenfor have seet, hvor der var Tale om Jernets Træthed, er intet mere anstrengende for et Jern, end saadanne Angreb i vekslede og modsatte Retninger. Under saadanne Omstændigheder vil derfor ogsaa en vis Stivhed hos Materialet være en uomgængelig Betingelse; derfor udpege ogsaa flere nyere Experimentere, f. Ex. Styffe's, Ångström's, Stummer-Traunfels o. fl. som det tjenligste Material i saadanne Tilfælde et Staal, der besidder adskillig Stivhed paa samme Tid, som det endnu ikke er blottet for Strækbarhed.

Gaa derimod Stødene stedse i samme Retning, vil der formentlig kun blive Spørgsmaal om voldsommere Stød. Ligesom nemlig Valget af Material ved svagere Stød idet-

hele naturligvis er mindre væsentligt og mindre vanskeligt, saaledes vil ogsaa isaafald selve Konstruktionen og Hensynet til Forarbeidningen, som oftest, enten ligefrem kræve saavidt svære Dimensioner hos Gjenstanden, forholdsvis til Stødenes Styrke, at man i alle Tilfælde har fuld Sikkerhed, eller ialfald ingen Hindringer lægge iveien for det. Til denne Kategori hører foruden en hel Del Maskindele, antagelig ogsaa Geværlob, og det turde saaledes være fuldt berettiget, om man ved Valget af Material for saadanne Artikler væsentlig lader sig lede af Hensynet til den absolute Fasthed.

Anderledes forholder det sig derimod ved meget voldsomme Stød. For Fuldstændigheds Skyld kunde man her gjerne udsondre et særegt Tilfælde, som ogsaa Direktør Styffe løselig berører i Referatet af hans Fasthedsprøver, og hvor Forholdet bliver væsentligt forskjelligt, — nemlig naar kun en enkelt Del af Gjenstanden træffes af et særdeles voldsomt Stød, t. Ex. en Pantserflade, der træffes af et Projektil med stor Hastighed. En stor Strækbarhed hos Materialet er isaafald ikke nok, men for at modarbeide, at det trufne Parti formelig slides løs fra den øvrige Masse, maa der specielt stilles store Fordringer til den absolute Fasthed og Glidningsfastheden; (cfr. de nyere østerrigske Forsøg med kombineret Jern og Staal i Pantserplader!) Rammes derimod den større Del eller hele Gjenstanden af Stødet, saaledes som Tilfældet er ved Kanoner, faar Strækbarheden først sit fulde Værd, og man har isaafald først og fremst at besvare det ovenfor opstillede Spørgsmaal, om Gjenstanden paa Grund af sin Form, sin Konstruktion i nogen synderlig Grad er modtagelig for perm. Formforandringer, og i hvilken Udstrækning den tillader og taaler dem, — om maaske en perm. Formforandring i sine Følger

og Virkninger i det foreliggende Tilfælde ikke er stort bedre, end et Brud, eller om den maa ansees som en forsvindende Ulempe i Sammenligning med et Brud. Saavidt skjønnes, maa der i denne Henseende stedse træffes en Afgjørelse, førend man med Held kan skride til Valget af Material.

Dersom Gjenstanden er af den Natur, at en permanent Formforandring i den Retning, hvor den givne Stødkraft maa antages at ville medføre en saadan, vil gjøre den aldeles ubrugelig og sætte den ud af arbejdsdygtig Stand (t. Ex. enkelte Maskindele), maa følgelig dette for enhver Pris søges hindret, og man faar under saadanne Omstændigheder finde sig i at løbe en større Resiko for Brud derved, at man nødes til at søge sin Garanti udelukkende i den større absolute Fasthed hos det haardere Staal, til hvilket man isaafald direkte er henvist. Har derimod en permanent Formforandring forholdsvis mindre at betyde, medens et Brud vil medføre særdeles alvorlige Følger, saa har man ikke alene Frihed til at benytte sig af Fordelene ved den større Sikkerhed mod Brud, som et mere strækbart Material tilbyder, men dette bliver isaafald et bydende Krav, hvis Forbigaaelse kun særdeles vægtige Grunde kunne retfærdiggjøre. Under denne sidste Kategori falde uimodsigelig Kanonerne. Det var visselig ønskeligst, om Løbet ingensomhelst Forandringer undergik, men Praxis leverer dog et uimodsigeligt Bevis for, at det baade kan ske og i Virkeligheden ogsaa sker, uden at Kanonens Brugbarhed lider noget væsentligt Afbræk derved, saalænge Forandringerne ikke antage større Dimensioner. Man faar her for det Første erindre, at selv om denne Aarsag, den ved Krudtexplosionen foraarsagede Strækning af Materialet, ikke var tilstede, saa ville dog andre Aarsager, t. Ex. Friktionen,

alligevel med Tiden hidføre Forandringer i Løbet, ligesom mathematisk Nøjagtighed i Forholdet mellem Kanonløb og Projektil maaske ikke altid i Praxis vil vise sig at have det Værd, som man ellers kunde være tilbøielig til at tillægge den. Derhos viser det sig, at selv ved Anvendelsen af meget blødt Stangjern ere disse Forandringer i Virkeligheden langt uvæsentligere, end man kunde tro; efter Artilleriets Aarsberetninger at dømme, har man jo ogsaa her-
tillands, ligesom andetstedsfra, Erfaringer i den Retning. Grunden tør simpelthen være den, at Kanonens egne Konstruktionsforholde meget snart vil sætte en Grændse for eller rettere vil vanskeliggjøre en fortsat Strækning af Materialet under gjentagen Paavirkning af den ordinære Stødkraft, medens derved ingenlunde hindres en yderligere Strækning under Paavirkning af en leilighedsvis yderligere forstærket Stødkraft. En perm. Formforandring i Kanonløbet kan saaledes paa ingen Maade siges at være absolut utilstedelig, saameget mindre som den med alle sine Ulemper, saasnart den ikke overskrider visse Grændser, dog er for intet at regne mod en Sprængning, og — hvad der er det væsentligste — Faren for, at Kanonen skal blive ubrugbar paa Grund af en saadan Strækning af Materialet, er uden Tvivl i Virkeligheden meget mindre, end den ser ud til, selv om man anvender et fuldkommen blødt Stangjern. De andre Ulemper ved et meget blødt Material komme vi senere til.

Maa man saaledes erkjende Strækbarhedens overordentlige Betydning for et Materiales Modstandsevne mod voldsomme Stød, bliver det næste Spørgsmaal, hvorledes Jernet forholder sig i denne Henseende. Vi skulle ikke opholde os længe ved dette, da det tør forudsættes noksom bekjendt, at det bløde Stangjern i denne Henseende ube-

tinget bærer Prisen fremfor alle andre Jernvarieteter, og man kan direkte slutte, at jo mere et Produkt i dette Stykke nærmer sig til det blødere Stangjern, idet samtidig dets absolute Fasthed ikke synker formeget, desto bedre egnet vil det være til Kanonmaterial, ialfald for større Kanoner, fordi det, som sagt, giver saameget større Sikkerhed. En ganske anden Sag er det, at for en given Forlængelse uden permanent Formforandring vil et haardere Staal kræve et større mekanisk Arbejde, end noget andet Metal, fordi dets Elasticitetsgrændse, absolut taget, ligger høiere, og det er modtageligt for større forbigaaende Formforandringer; men hvo vover at borge for, at ikke denne Grændse i en Kanon kan overskrides et hvilket som helst Øjeblik.

Muligens turde det her ikke være ganske overflødigt udtrykkeligt at gjøre opmærksom paa, hvorledes man ikke saa ganske sjelden støder paa Udtalelser, som f. Ex. denne, at det eller det Staal besidder en Strækbarhed, fuldkommen lig Stangjernets, idet da samtidig, med Hensyn paa Produktets øvrige Egenskaber, under Navnet Staal bevidst eller ubevidst indsmugles de Ideer, der almindelig knytte sig til Staalet. Efter hvad tidligere i Almindelighed er sagt om de gjængse Betegnelser, Rujern, Staal og Stangjern, er det neppe nødvendigt nærmere at karakterisere saadanne Udtalelser eller Paastande; kun skal det bemærkes, at for to forskjellige Staalsorter giver den samme Kulstofgehalt ganske vist ikke altid den samme Grad af Haardhed, den samme Strækbarhed osv.; men Staalets Egenskaber vise sig dog stedse saavidt nøie knyttede til Kulgehalten, at man aldeles ikke er berettiget til at tænke sig saa svære Variationer, som et i andre Henseender decideret Staal med Stangjernets Strækbarhed vilde give Exempel paa; saadanne

Udtryk er og bliver en Selvmodsigelse, der kun tjener til yderligere at forvirre en Sag, der allerede i sig selv er vanskelig nok.

Til Belysning af disse Spørgsmaal og specielt af Haardhedsgradens Forhold til Strækbarheden kunne eksempelvis hidsættes nogle Resultater af DHrr. Thalén's og Ångström's Forsøg og nogle nyere Experimenter af Mr. Thos. Vickers. Ved de førstnævnte Herrers Forsøg*) med ca. 130 Stænger af Puddeljern og Puddelstaal fra Surahammer viste det sig, at Middelværdierne for Strækbarheden hos haardt Puddelstaal laa mellem 3,25 % og 10 %, i Middeltal 6,20, for blødere Puddelstaal mellem 5,48 % og 9,59 %, i Middeltal 6,98 %, for blødt Puddelstaal mellem 7,18 % og 14,76 %, i Middeltal 10,33, for Puddeljern mellem 16,87 % og 22,42 %, i Middeltal 20,36 %.

*) Jernkontorets Annaler, 1866. Tab. 2.

Af Resultaterne fra Mr. Vickers's Forsøg med Staalbarrer af forskjellig Kulgehalt hidsættes følgende Tabeller:

Staalets Nummer.	Kulgehalt **) i Procent.	Transveral Fasthed.	absolut Fasthed.	
		Bøiningernes Sum i Tommer.	Absol. Fasthed pr. Kvad.tom.	Strækning i Tommer.
No. 2	0,33 %	58,81	30,4 Tons	1,37 = 9,7 %
- 4	0,43 —	56,00	34,0 —	1,37
- 5	0,48 —	53,56	37,5 —	1,25
- 6	0,53 —	35,06	42,5 —	1,12
- 7*)	0,58 —	38,88	41,5 —	0,81
- 8	0,63 —	46,00	45,0 —	1,00
- 10	0,74 —	40,31	45,5 —	0,69
- 12	0,84 —	8,56	55,0 —	1,12
- 15	1,00 —	4,31	60,0 —	1,00
- 20	1,25 —	6,94	69,0 —	0,62 = 4,4 %

Af hans Forsøg med Staalaxler under en Faldvægt af omtr. 14 Ctr. og varierende Faldhøide fra 1 til 36 Fod hidsættes nedenstaaende Tabel over den transversale Fasthed ved forskjellige Kulgehalter:

*) Barren var ikke feilfri.

**) Blot Yderleddene af Rækken vare bestemte og de mellemliggende Led kun beregnede i Forhold til Staalets Temper.

Staalets Nummer.	Kulgehalt i Procent.	Det sam- lede Antal Slag.	Faldhøide ved sidste Slag.	Antal Slag med 36 Fod* Fald- høide, som Barren udholdt.	Sum af Bøi- ninger i Tommer.
No. 2	0,33 %	17	36	4	58,81
- 4	0,43 —	18	36	5	56,00
- 5	0,48 —	18	36	5	53,56
- 6	0,53 —	15	36	2	35,06
- 7	0,58 —	16	36	3	38,81
- 8	0,63 —	18	36	5	46,00
- 10	0,74 —	16	36	3	40,31
- 12	0,84 —	10	20	0	8,56
- 15	1,00 —	8	12 $\frac{1}{2}$	0	4,31
- 20	1,25 —	10	20	0	6,94

Da Kulstofgehalten i ovenstaaende Prøver er direkte bestemt kun for Yderleddenes Vedkommende, og forresten kun er beregnet efter vedkommende Værks Nummere, kan det maaske, som et Bidrag til Bedømmelsen af den derved opnaaede Sikkerhed, være af Interesse at bemærke, at, da Bessemerprocessen blev indført ved den østerrigske Hytte, Neuberg, blev Sorteringen efter den vedtagne Haardheds-skala nøiagtig reguleret ved Kulstofbestemmelser; senere under den daglige Drift udførtes Sorteringen kun ved Hjælp af de almindelige mekaniske Prøver. Efter et Aars Forløb blev Sorteringen atter kontrolleret ved Kulstofbestemmelser, og det viste sig da, at man efterhaanden havde fjernet sig saameget fra det Normale, at den hele Række var sprunget om et helt Nummer (om opover eller nedover, erindres ikke), og det uagtet man kun havde 7 Haardhedsnummere

og Distancen mellem dem saaledes blev større, end almindelig i de øvrige Lande.

Paa dette Sted kunne vi ikke undlade at omhandle en Indvending, som fra enkelte Hold er bleven gjort mod Nyttens af Stangjernets Strækbarhed ved dets Anvendelse til Kanoner, og som visselig heller ikke er ganske uden Grund, men dog ligesaa vist af Enkelte er bleven overdrevet og tildels, f. Ex. hos Holley i hans Værk „Ordnance and armor“ endog bærer Præg af at gaa den personlige Anskuelses Ærinder, idet den er benyttet som et Hovedargument mod Stangjernet, der for enhver Pris synes at skulle rives ned.

Som nævnt under Elasticiteten, kan Jernets Elasticitetsgrændse ved hensigtsmæssig mekanisk Behandling drives saa stærkt op, at den stundom endog kan nærme sig til Brudgrændsen; da nu samtidig Strækbarheden vil forringes i samme Forhold, saa slutter Holley, der heller ikke synes i og for sig at turde benegte Strækbarhedens store Betydning for Modstand mod Stød og Stangjernets Overlegenhed i denne Henseende, (Pag. 303) at, dersom Stangjernet saaledes forandrer sin Form under Krudtgasens Pression, saa vil det tilslut ved denne gjentagne Strækning tabe sin Duktilitet og gradvis nærme sig den Egenskab eller Tilstand, der tillægges haardt Staal eller Rujern, og da det dertil, sammenlignet med Staalet, besidder mindre Elasticitet, saa bliver dets Sikkerhed som Kanonmaterial end yderligere reduceret.

At en Forandring i Virkeligheden finder Sted i nogen Udstrækning, synes ogsaa bekræftet af fleres Udtalelser; men da der, saavidt mig bekjendt, ikke foreligger et eneste praktisk Forsøg med et saaledes forandret Stangjern fra det Indre af en Kanon, bliver det for at kunne bedømme

Vægten af denne Indvending, og i hvilken Udstrækning denne Forandring i Stangjernets Egenskaber indtræder i en Kanon, nødvendigt at kjende: 1) Betingelserne for en saadan Forandring i Jernets Egenskaber, og 2) hvorledes Forholdet stiler sig i en Kanon i denne Henseende. Hvad de første angaar, kunne vi neppe betegne dem bedre, end ved ordret at citere en af de Satser, i hvilke Direktør Styffe har nedlagt Resultaterne af sine talrige Forsøg. Pag. 88 Jernkontorets Ann. 1866 siger han: „3 : 0. Elasticitetsgrænsen, den absolute Styrke og Strækbarheden ere saavel hos Jern, som hos Staal i høi Grad afhængige af den mekaniske Behandling, som disse Materialer have undergaaet, og af den Temperatur, for hvilken de derunder eller senere have været udsatte. Gjennem Koldhamring, Koldvalsning og andre ved lav Temperatur anvendte mekaniske Midler forhøies Elasticitetsgrænsen og den absolute Styrke; men gennem de samme Midler formindskes derimod Strækbarheden. Glødning udøver i disse Henseender en modsat Virkning.“

Forudsat altsaa, at Temperaturen hos Metalmassen omkring Løbet falder nogenlunde sammen med og ikke overskrider de Temperaturer, ved hvilke en mekanisk Behandling i Regelen betegnes som Koldhamring, Koldvalsning osv. (formentlig omtr. et Par hundrede Grader), og forudsat videre, at Krudtexplosionen i en Kanon kan antages at virke analogt med et Hammerslag, vil der saaledes være Grund til at antage, at der i Tidens Løb efterhaanden kan indtræde nogen varig Forandring i Stangjernets Elasticitet, Strækbarhed osv., naar dette eller et dermed analogt Material anvendes til Kanoner. At begge disse Forudsætninger i Virkeligheden er tilstede i en Kanon,

er man imidlertid, saavidt skjønnes, ikke berettiget til uden videre at antage.

Hvad den første Forudsætning angaar, saa har jeg ikke været istand til at opdrive en eneste blot nogenlunde fuldstændig Opgave over Kanonløbets Ophedning ved fortsat Skydning; men saameget er ialfald sikkert, at den indre Metalmasses Temperatur vil variere ikke lidet efter Kanonens Størrelse og den større eller mindre Hurtighed, hvormed der fyres. Dernæst tør det være mere, end tvivlsomt, hvorvidt Stødet fra Krudtexplosionen i sine Virkninger forholder sig ligeoverfor Jernet i en Kanon ganske eller endog blot nogenlunde analogt med et almindeligt Hammerslag ligeoverfor en Jernstang. Den mest iøjnefaldende Ulighed er formentlig denne, at Krudtexplosionen ialfald vil virke aldeles ensidigt paa Kanonmassen og nærmest bliver at sammenligne med et kraftigt, men hurtigt, kort Slag, der, som bekjendt, stedse tenderer til at frembringe en ganske lokal Formforandring, medens en Jernstang ved Koldhamring faar kraftige Hammerslag tæt og jævnt paa alle Kanter og saaledes vil blive ganske anderledes gennemarbejdet og derfor ogsaa har en ulige større Chance for at undergaa en væsentlig Forandring i sine Egenskaber. Dertil kommer, at det Tidsrum, i hvilket Krudtgasens Pression virker paa Kanonvæggene (altsaa svarende til et enkelt Hammerslag), er forsvindende lidet i Sammenligning med den Tid, der hengaar mellem hvert Skud, selv om der fyres nogenlunde hurtigt, og i hvilken altsaa Jernet uafbrudt forbliver i ophedet Tilstand. Sammenholder man saaledes Forholdene i en Kanon med de Betingelser, der efter de refererede Resultater af Dir. Styffe's Forsøg ere egnede og nødvendige til i betydeligere Grad at forhøje Elasticitetsgrænsen og samtidig at forringe Strækbarheden, saa er der

unegtelig meget, som mangler paa, at Ligheden skulde være nogenlunde fuldstændig, og man kan vel ialfald trygt sige, at Holley gaar altfor vidt i sin Paastand, at Stangjernet i en Kanon efterhaanden næsten aldeles vil tabe sine karakteristiske Egenskaber og gaa over til et Produkt, der i Elasticitet og Mangel paa Strækbarhed skulde forholde sig omtrent som Staal.

Idethele ere de foreliggende Data i denne Henseende saa ufuldstændige og tildels hinanden saa modsigende, at man vel vanskelig tør bygge nogen Slutning derpaa, og forøvrigt indsees heller ikke, hvorfor man skal gaa over Bækken efter Vand og søge Forklaringen paa Fænomenet saa dybt, som i en væsentlig Forandring i Jernets Egenskaber; Forstaaelsen ligger formentlig langt nærmere. Fænomenet, som det gjelder at forklare, er altsaa dette, at Materialets perm. Formforandringer, dets Strækning i Løbet, bliver mindre og mindre, eftersom Kanonen bruges. Det synes at være den naturligste Ting af Verden, at naar der stiller sig ydre Hindringer i Veien for Formforandringer, hvad enten det er en Strækning eller en Kompression, saa maa nødvendigvis disse for hver Gang, den samme Kraft paanyt angriber Materialet, stedse blive mindre og mindre; saadanne ydre Hindringer ere ganske vist tilstede i Kanonløbet, om nogetsteds, og det synes endog absolut uforeneligt med Kanonens Konstruktionsforholde at tænke sig en fortsat Strækning, da de indre Partier her paa alle Kanter omsluttet af en saa mægtig Metalmasse. Herved er imidlertid den særdeles væsentlige Omstændighed at bemærke, at, om end Materialet efterhaanden er drevet saalangt, og det efterhaanden har undergaaet en saadan Strækning, at den samme Kraft, som har fremkaldt de Formforandringer, der allerede er skeet, kun vanskelig kan drive det videre,

saa er der intetsomhelst i Veien for, at Materialet er modtageligt for en videregaaende Formforandring under Paavirkningen af en stærkere Kraft, og man vil saaledes paa en Maade altid have en Reserve for enhver yderligere Forøgelse af den angribende Kraft. Man indser, at dette er et Moment af største Vigtighed for Kanoner, hvor smaa Tilfældigheder saa yderst let kunne medføre en Forøgelse i Sprængkraftens Styrke, og hvor utvivlsomt netop en saadan tilfældig Forstærkelse af Kraften saa hyppig er Aarsagen til Sprængningerne.

En ganske anden Sag, som Holley, saavidt vides, aldeles har overseet, er den Omstændighed, der fremgaar af Dir. Styffe's sammenlignende Experimenter ved forskjellige Temperaturer, at en Temperatur af henimod et Par hundrede Grader i sig selv uden noget Slags mekanisk Behandling synes at være mindre gunstig for Udviklingen af Staalets og især Stangjernets Egenskaber, naar undtages Fastheden, som derved forøges. Det synes nemlig, som om baade Elasticitetsgrænsen synker og Strækbarheden forringes noget. Imidlertid ere dog disse Forandringer temmelig varierende for de forskjellige Jern- og Staalsorter, og Dir. Styffe's egen Forsøgsrække viser endog Exempler paa det akkurat modsatte, at Strækbarheden endog forhøies. Om dette end muligens bør opfattes kun som Undtagelser, saa er det formentlig alligevel nok til, at man neppe kan tillægge det Hele nogen særdeles Betydning for Praxis, saameget mindre som derved formentlig ikke fremkaldes nogen varig Forandring hos Jernet af nogen Betydning.

Inden vi forlade Strækbarheden, have vi endnu engang at rette vor Opmærksomhed ved det Forhold hos Jernet, som ogsaa ovenfor er berørt, at det lider en permanent Strækning under Paavirkning selv af en forholdsvis mindre

Kraft, naar den kun faar virke gjennem en længere Tid. Selv om ingen Experimenter forelaa i denne Retning, maatte man utvivlsomt af de molekulære Bevægelser, som bevislig kunne foregaa i stor Udstrækning i en Jernmasse, kunne slutte, at et Stangjern umuligvis i længere Tid kan være udsat for en Tension, uden at Molekulerne ville stræbe at akkommodere sig derefter og at indtage en ny Ligevægts-tilstand. Men man har desuden virkelige Forsøg, som godtgjøre, at Jernet under Paavirkning af en strækkende Kraft, idetmindste inden visse Tidsgrændser, vil undergaa en fortsat permanent Strækning, t. Ex. af Leblanc, Vicat, Fairbairn o. fl. Endelig levere ogsaa flere Exempler fra det daglige Liv gyldige Beviser for dette, f. Ex, en spændt Jerntraad, der hurtig vil slappes, enkelte Forankringer osv.

Under saadanne Omstændigheder maa man uvilkaarlig stille sig det Spørgsmaal, hvorledes man har kunnet tillægge Initialtensionerne i Armstrongkanonen nogen varig Virksomhed til Bedste for Kanonens Styrke. Efter Armstrong's Methode drives i brunvarm Tilstand en Ring med lidt mindre indre Diameter udenpaa en Ring med lidt større ydre Diameter, og Tensionen fremkommer ved den under Afkjølingen indtrædende Svinding. Som altid i saadanne Tilfælde faar man i Begyndelsen en meget betydelig Kraft, der virker strækkende paa den ydre Ring; men der indsees ingensomhelst Grund til, at Jernet i dette Tilfælde skulde gjøre nogen Undtagelse fra dets ordinære Forhold under lignende Omstændigheder; det synes saaledes ganske utvivlsomt, at der for den ydre Rings Vedkommende, selv om Kanonen staar ganske rolig hen uden at bruges, forholdsvis snart vil indtræde en væsentlig Strækning, der naturligvis efterhaanden ophæver Tensionen og dermed rokker det Armstrongske Princip i dets Grund-

vold. Naar nu dertil Armstrongkanonen er i Brug og udsættes for Virkningen af gjentagne Skud, saa vil dette selvfølgelig i høi Grad understøtte og paaskynde den Strækning af Metallet, som den permanente Tension allerede i og for sig maa ansees istand til at hidføre. Der mangler, som bekendt, ikke Exempler paa, at Ringbelægget paa Armstrongkanonen formelig en løsnet; men der ligger endnu et langt Stykke Vei mellem dette Extrem og det Stadium, ved hvilket Strækningen først naar en saadan Grad, at Forbindelsen mellem de enkelte Dele endnu synes fuldkommen fast og tilfredsstillende, medens det tilsigtede Tensionsforhold i Virkeligheden har tabt saameget i Effekt, at det ikke er synderlig mere, end en Illusion, og dette Stadium turde i Virkeligheden naaes langt hurtigere, end man ofte synes tilbøielig til at tro.

Disse Mangler ved Stangjernringe er ogsaa bleven fremhævet af flere, og man har derfor til saadanne Belæg ogsaa forsøgt at anvende Staal istedetfor Stangjern (Withworth, Blakely); men, saavidt skjønnes, er der intet, som beviser, at Staalet i dette Stykke ikke er underkastet de samme Virkninger, som Stangjernet, — blot maaske i noget mindre Grad og muligens først efter noget længere Tid. For at bedømme Værdien af denne mulige Gradsforskjel i Strækningen faar man dog erindre, hvor overordentlig smaa Størrelser det gjelder ved disse Ringbelæg; saaledes vil efter I. A. Longridge en Feil i Ringens Radius af 0,002 Tomme ved en Diameter af 17" være tilstrækkelig til at forringe Effekten mellem 30 og 40 %. Dertil kommer endnu den Ulempe, at en Staalring under den pludselige Virkning af Skuddet kan springe uden nogetsomhelst Varsko, medens en Jernring altid, eller ialfald saagodtsom altid, iforveien vil vise Tegn dertil, førend en Sprængning indtræder. Hvad

endelig den Methode angaar, som ogsaa er bragt i Forslag, at anvende ikke fuldkommen cylindriske men meget svagt koniske Jernringe, som uden større Anstalter skulde kunne drives videre ind paa Kanonen, efterhaarden som de udvandede sig og begyndte at løsne, saa turde dette af flere Grunde maaske snarere være at betragte som en smuk Tanke, end som et for Praxis virkelig værdifuldt Forslag.

Paa Grund af den Uklarhed, som endnu i mange Stykker hviler over de virkelige Forholde i Kanonen og paa Grund af Mangelen paa tilstrækkelige praktiske Forsøg over Jernet, hvilket tildels aabner Ræsonnementet et utilbørligt Spillerum, er det neppe formeget at sige, at Behandlingen af Kanonmaterialerne i sjelden Grad giver Anledning til at gjøre rent individuelle Anskuelser gjeldende. Hvad der har mindre Værd i den enes Tanker, synes atter mere væsentligt for den anden, og det hænder saaledes let og er visse- lig ogsaa ofte nok hændt netop for Kanonmaterialernes Vedkommende, at man har trukket frem i utilbørlig Grad, hvad der burde træde mere i Baggrunden, og omvendt, og at et Biargument i den ene eller den anden Retning er hævet op til Høide med et Hovedargument, og det kan vistnok hænde, at en eller anden vil sige det samme ogsaa om denne Fremstilling af et Kanonmaterials Egenskaber. Gjør man imidlertid ikke den tilstrækkelige Skjelsen i denne Henseende, vil man, saavidt skjønnes, aldrig komme Spørgsmaalets Løsning synderlig nærmere, da man isaafald for de allerfleste Materialer vil finde Vægt og Modvægt omtrent lige, og det synes at maatte være den første Betingelse for at naa et Resultat, at man søger at komme til Enighed om, hvad der er Hovedsag og hvad Bisag. Imidlertid er dette, efter alle Tegn at dømme, vistnok lettere sagt, end gjort; men, om det end ikke maatte lykkes at træffe det absolut

Rigtige i denne Henseende, saa vil det dog formentlig alligevel være en Fordel, om Enhver, der behandler Kanonmaterialerne tydelig peger paa, hvad han personlig anser for Hovedsag og hvad for Bisag, saaledes at Læseren ialfald har dette paa det Rene, hvilket neppe altid kan siges at være Tilfældet. Førrend vi gaa videre i Betragtningen af Jernets Egenskaber, turde det saaledes ikke være ganske overflødigt ogsaa for de Punkters Vedkommende, der falde ind under nærværende Afsnit, at gjøre denne Skjelnen og af Jernets Egenskaber ved almindelig Temperatur endnu engang udtrykkelig at fremhæve, som den væsentligste af alle, Strækbarheden i Forbindelse med en absolut Fasthed, der dog ikke behøver at være større, end at den endnu ligger indenfor Muligheden saavel for Rujern, som for Staal og Stangjern; en meget stor absolut Fasthed maa visselig antages at kunne yde tilstækkelig Modstand mod Stød (man har jo praktiske Beviser for dette); men den vil aldrig nogensinde kunne skaffe den Sikkerhed, den Garanti mod Sprængning, som en stor Strækbarhed og kun den vil yde. Anser man derfor Sikkerhed mod Sprængning som den første og vigtigste Fordring ikke alene af Hensyn til selve Kanonens Effekt og Nytte, men ogsaa for Mandskabets personlige Sikkerhed og dets Tillid til det Vaaben, det skal betjene, saa maa Strækbarheden blive det tungeste Lod i Vægtskaalen og maa tillægges en overveieende Betydning saavel ligeoverfor Elasticiteten og tildels ogsaa den absolute Fasthed, som ligeoverfor de Egenskaber, som det endnu staar tilbage kortelig at omhandle.

Den tilbagevirkende Fasthed. Direkte har man ved Kanonmaterialerne neppe nogen Anvendelse for Værdierne for Jernets tilbagevirkende Fasthed, saameget mindre som der vistnok er al Rimelighed for at antage, at man ved en Kom-

pression maa gjøre den samme Skjellen mellem en langsomt virkende Kraft og Stødkraft, som ovenfor er gjort for den absolute Fastheds Vedkommende. Derimod vil der med Hensyn paa et Kanonmateriales Kompresfibilitet blive Spørgsmaal om Elasticitetsgrænsen og Elasticitetsmodulen ligeoverfor en komprimerende Kraft. Af de temmelig ufuldstændige Forsøg, man her har, synes det at fremgaa, at ogsaa Værdierne for Elasticitetsmodulen ligeoverfor en Kompressionskraft variere mindre, end ligeoverfor en Strækkraft, men at de dog ere mindst for Rujern. Hvad dernæst Elasticitetsgrænsen angaar, saa angives den af Wiebe*) for Stangjern = 28,400 og for Rujern = 23,700, medens den samme Forfatter angiver Elasticitetsgrænsen ved Strækning for Stangjern = 20,500 og for Rujern = 18,500; altsaa skulde for begge Elasticitetsgrænsen ved Kompression ligge høiere og for Stangjern høiere, end for Rujern. For Staalets Vedkommende falde sandsynligvis disse Værdier ved Kompression mindst ligesaa høit, som ved Strækning.

For at faa et Begreb om Betydning en af et Kanonmateriales Kompresfibilitet, gjør vi maaske rettest i helt at benytte en Fremstilling af Rodman i hans „Reports etc.“ Rodman paaviser først, (Pag. 221) at Tilvæksten i Løbets Diameter, hidrørende fra Kompressionen, i en Kanon et Kaliber tyk er lig en Trediedel af den totale Kompression, som et Prisme med Høide lig Løbets Diameter vilde undergaa, naar det paavirkes af en komprimerende Kraft pr. Kv.tomme. lig Gaspressionen pr. Kv.tomme af Løbet. „Naar man, siger han, tænker sig en given Pression mod Kanonløbet, medens Kanonens ydre Diameter ved et ellet andet Middel er hindret fra enhver Udvidelse eller Forøgelse, saa

*) Die Maschinenbaumaterialien, Stuttgart 1853.

vil Løbets totale Udvidelse og den deraf følgende Strækning af Metallet helt og holdent hidrøre fra Kompressionen; — — —. Fjerner man nu denne ydre Hindring for Udvidelsen, saa ville de ydre og indre Diametre faa nøiagtig samme Udvidelse; Kanonen vilde da udvide sig netop paa samme Maade, som om deres Material havde været fuldstændig inkompressibelt, da Metallet her allerede havde undergaaet al den Kompression, som Pressionen i Løbet kunde tilveiebringe.“

Sættes Materialets Kompression pr. Længdeenhed (Tomme) = c , den totale Strækning pr. Længdeenhed, som Materialet er modtageligt for ved den givne Pression, = a , og r = Radien, saa bliver efter Ovenstaaende den totale Udvidelse af Løbet, hidrørende fra Massens Kompression, = $\frac{2rc}{3}$, altsaa den totale Strækning af Løbets Overflade hidrørende fra denne Udvidelse, = $2 \pi r \frac{c}{3}$, altsaa Strækningen pr. Længdeenhed = $\frac{c}{3}$. Den Strækning, som selve Løbets Overflade vil undergaa, naar den førstnævnte tænkte ydre Hindring for Kanonmassens Udvidelse pludselig fjernes, vil saaledes være = $a - \frac{c}{3}$, altsaa vil Strækningen pr. Længdeenhed af den ydre Overflade blive = $\frac{a - \frac{c}{3}}{3}$.

Jo mindre c er, desto mere ville altsaa de ydre Dele af Kanonen altid være anstrengt.

For at klargjøre Værdierne af disse Udvidelser tager Rodman et Exempel fra sine Forsøg over Strækning og Kompression for Prøvebarrer af Rujern for en og samme Cylinder:

Den totale Strækning pr. Tomme = $a = 0,00303$

— — Kompression — — = $c = 0,00441$

altsaa $\frac{c}{3} = 0,00147$

$a - \frac{c}{3} = 0,00156$

$\frac{a - \frac{c}{3}}{3} = 0,00052 =$

Strækningen pr. Tomme af Kanonens ydre Overflade i det Øjeblik, da Løbets Overflade er strukket til Brudgrænsen. Nu viser imidlertid de Forsøgstabeller, fra hvilke ovenstaaende Talstørrelser ere hentede, at der til en Strækning af, 0,00054 for det samme Material behøves en Tension af 11,000 \mathcal{T} pr. \square'' ; m. a. O. — Materialet i Kanonens Yderflade er kun anstrengt til omtr. en Trediedel af, hvad det taaler, naar Løbets Overflade allerede skal til at briste. Hvis Materialet i det foreligende Tilfælde var fuldstændig inkompressibelt ($c = 0$), saa vilde de ydre Partier være anstrengt til næsten Halvparten af Brudbelastningen. Det er tydeligt, at, hvis c ved stigende Pressioner voxer i et stærkere Forhold, end proportionalt med Pressionen, hvilket vel i Regelen vil være Tilfældet, ville Virkningerne af et Kanonmateriales Kompressibilitet være endnu skadeligere.

Haardheden faar en vis Betydning med Hensyn paa Kanonens Varighed, d. v. s. dens Modstand mod Slitage ved Projektillets Friktion mod Kanonløbet, og dette Spørgsmaal er naturligvis traadt endnu mere frem efter Indførelsen af Riflingen. For Metallernes Vedkommende er det imidlertid ulige vanskeligere at bestemme denne Egenskab, end for andre Stofte, f. Ex. Mineraler, fordi et Metals Haardhed, d. e. dets Modstandsevne mod et andet Legemes mekaniske

Indtrængen mellem dets Molekuler,*) nødvendigvis vil afhænge af dets Textur, dets molekulære Forholde, og, som bekjendt, ere disse i høieste Grad afhængige af den Behandlingsmaade, som er bleven Matallet tildel. Derfor divergere ogsaa de enkelte Forfatteres Angivelser af Haardhedsgraden for de forskjellige Jernvarieteter betydeligt. Gaar man ud fra Mohs's bekjendte Haardhedsskala i 10 Nummere, ansættes Haardheden for almindeligt Stangjern af flere mellem No. 4 og 5, for graat Støberirujern henimod No. 6, for hvidt Rujern og hærdet Staal til omtrent No. 7, og for uhærdet Staal lidt høiere, end for det ordinære graa Rujern.

I „Reports of experiments etc“ for 1856 refereres endel herhen hørende Forsøg af Major Wade, der benytter et andet Maal for Haardheden. Han bestemmer den efter det Indtryk, som afstedkommes ved en liden tilspidset Pyramide, hvis længste Diagonal i Basis er $= 1''$ og korteste $= 0,2''$ under en Pression af 10,000 \mathcal{B} . Naar man tager som Nulpunkt paa Haardhedsskalaen (altsaa betegnende Maximum af Blødhed) Instrumentets totale Indtrængen, saa varierer Haardheden for Rujern mellem 4,57 og 33,51, for Stangjern mellem 10,45 og 12,14, og for Bronze mellem 4,57, og 5,94. Der viser sig saaledes for Rujernets Vedkommende en overordentlig Forskjel efter Kvalitet og Behandlingsmaade, ligesom der ogsaa af disse Forsøg fremgaar en vis Relation mellem Haardheden og Tætheden. Endelig giver atter Mallet andre Værdier, idet Rujernet i denne Henseende skulde staa lavest af alle Jernvarieteter, dernæst Stangjern og høiest Staal. Saameget er ialfald sikkert, at Rujernet giver de største Variationer, idet det hvide

*) Wiebe's Definition af Haardheden.

Rujern besidder den største Haardhed af samtlige Jernvarieteteter uden Undtagelse, medens de blødeste Sorter i dette Stykke nærme sig Bronzen. Naar man saaledes taler om et Kanonmateriales større eller mindre Tilbøielighed til Slitage paa Grund af Projektillets Friktion og tildels Stød mod Kanonløbet, saa træder der en Omstændighed til, som turde fortjene en Smule Opmærksomhed, men som visselig gjør Spørgsmaalet endnu vanskeligere, end det ellers vilde være. Som en Regel vil nemlig Materialet omkring Kanonløbet være i mer eller mindre ophedet Tilstand, og med Undtagelse af det første Par Skud vil Projektilet stedse angribe en Jernmasse, der har en Temperatur af flere hundrede Grader. Da nu ikke alene Stangjern og Staal, men tildels ogsaa Rujernet viser sig saameget mere modtageligt for Formforandringer under ydre Paavirkninger, jo mere dets Temperatur voxer, saa er denne Omstændighed maaske ikke ganske ligegyldig for Løbets Modstand mod Projektillets Paavirkning, og denne Ulempe er altsaa fælleds for alle tre Jerngrupper, men neppe i lige Grad. Det er vel ikke umuligt, at ogsaa Projektilet vil opvarmes noget dels derved, at det henligger en Stund inde i den opvarmede Metalmasse, og dels ved Bevægelsen frem igjennem Kanonløbet, og isaafald havde man maaske ogsaa at tage Hensyn til vedkommende Materialers Varmecapacitet, forsaavidt under saadanne Omstændigheder et Legeme med større Varmecapacitet vil kunne angribe et andet med mindre spec. Varmer, om dette end i sig selv er haardere. Imidlertid turde dog dette neppe kunne tillægges nogen Betydning for Praxis, saameget mindre som vi her aldeles forbigaa Bronze og i Projektil og Kanon kun har Jern imod Jern, omend i noget forskjellig Modifikation.

Det er klart, at et Materiales Modstand mod Kompres-

sion hænger sammen med dets Haardhed, navnlig efter ovenstaaende Definition, og, da nu det bløde Stangjern i begge disse Hensender staar, om ikke lavest af alle Jernsorter, saa dog temmelig lavt, lader det sig ikke benegte, at man her har for sig Stangjernets eller de stangjernlignende Produkters svageste Side, forsaavidt man kun ser hen til dets Egenskaber ved almindelig Temperatur. Fortegnelsen over Armstrongkanoner, der i et opgivet Tidsrum ere tilbagesendte til Værkstederne til Reparation efter et større eller mindre Antal Skud, og ved hvilke Aarsagen er noteret ved hver enkelt, viser ogsaa, at denne Ulempe ved Stangjernet har en ikke liden praktisk Betydning, uagtet det vistnok for den overveiende Del af dem var andre Aarsager, der gjorde dem utjenstdygtige.

Der er imidlertid flere Omstændigheder, som ikke ville undlade at øve Indflydelse paa Stangjernets Haardhed, saaledes først og fremst dets større eller mindre Renhed for fremmede Iblandinger; jo renere et Stangjern eller stangjernagtigt Produkt er, jo mere det i enhver Henseende nærmer sig til det rene metalliske Jern, desto blødere vil det være, og jo flere fremmede Iblandinger der findes, desto haardere vil det i Regelen være; dette har sin Interesse for de følgende Betragtninger. Dernæst ville de samme Paavirkninger, der, som tidligere nævnt, ville tendere til at forandre Materialets Strækbarhed, neppe heller være ligegyldige for dets Haardhed.

III.

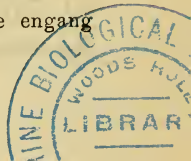
Om Jernets Forhold ved høiere Temperaturer.

Læseren vil allerede have bemærket, at den Inddelingsmaade, som er antydet ved Overskriften over dette og det foregaaende Afsnit, ikke er bleven gennemført med Streng-
hed, og dette vilde formentlig heller ikke have være muligt uden at sønderflenge Behandlingen for meget og paa Over-
sigtens Bekostning at skille ad, hvad der naturligen hører sammen. I det Følgende vil man maaske finde endnu større
Brud paa denne Ordning, end allerede er skeet; men, lige-
som vi under foregaaende Afsnit fra de Synspunkter, som
Kanontilvirkningen frembyder, i Hovedsagen have betragtet
de forskjellige Jernsorter, saaledes som de fremstille sig
paa Markedet som Raamaterialer, blandt hvilke man har
at træffe sit Valg for den specielle Anvendelse, — saaledes
vil det dog i dette Afsnit i det Væsentlige blive vor Opgave,
at undersøge, hvorledes de forholde sig under selve Bear-
bejdelsen, der i det foreliggende Tilfælde saagodtsom ude-
lukkende vil ske ved høiere Temperaturer. Først derved
kan man faa det fuldstændige Svar paa Spørgsmaalet om
det tjenligste Kanonmaterial; thi den store Forskjellighed,
som hidtil er iagttaget hos de enkelte Jernvarieteter, vil
man finde gennemgaaende næsten i endnu høiere Grad i
deres Forhold under Bearbejdelsen. Fremforalt er der to
Hovedpunkter, ved hvilke man særlig har at fæste sin Op-
mærksomhed: 1) hvorvidt den Behandlingsmaade,
som Forarbejdelsen til Kanoner vil medføre eller
tillader, og som naturligvis er forskellig for de
forskjellige Jernvarieteter, er egnet til at foran-
dre deres Egenskaber i den ene eller den anden

Retning, og i hvilken Grad; — 2) hvorvidt den Tilvirknings eller Arbeidsmaade, som den enkelte Jernvarietet kræver, naar den skal anvendes til Kanoner, frembyder Midler til at forøge Gjenstandens, altsaa her Kanonens Styrke, uanseet Forbedringer ved selve Materialets Egenskaber eller i Konstruktion. I begge disse Henseender vise de tre store Jerngrupper, Rujern, Staal og Stangjern, et særdeles forskjelligt Forhold.

For at fremstille større sammenhængende Masser af Jern har man, som bekendt, kun to Veie at gaa; enten benytter man en Sveising, eller en Smeltning i Forbindelse med en Støbning. Sveises kan kun Stangjernet og tildels Staalet, hvis Sveisbarhed aftager stærkt, eftersom dets Kulstofgehalt stiger og det saaledes fjerner sig fra Stangjernet, indtil man i en Kulstofgehalt af omtrent $1\frac{1}{4}$ % har Grænsen for Staalets Sveisbarhed i dette Ords almindelige Forstand*). En Sveising mellem Staal og Staal eller mellem Staal og Stangjern vil dog altid være svag og mindre paalidelig. Hvad dernæst Smeltningen og Støbningen angaar, saa kan vistnok alt Jern uden Undtagelse nu for Tiden smeltes i det store; men derved er man dog ikke fuldt hjulpen. Smeltetemperaturen, der forøvrigt findes angivet temmelig forskjelligt efter de anvendte Bestemmelsesmaader, ligger omtrent mellem $14-1500^{\circ}$ C. (hvidt Rujern) og op mod 2000° C. (det blødeste Stangjern). Forholdsvis er saaledes Forskjellen ikke meget stor, men, naar man først

*) I en videre Forstand af Ordet er vistnok ogsaa Rujernet sveisbart; men denne Egenskab, som i nyere Tid har faaet en udstrakt Anvendelse i Maskinfaget, vil der ialfald aldrig blive Spørgsmaal om ved selve Kanontilvirkningen, neppe engang ved Reparationer af ældre Kanoner.



har overskredet en vis Grændse (omtrent = Smeltepunktet for middelhaardt Staal) stige de praktiske Vanskeligheder ved Smeltninger, der kræve en yderligere Tilvæxt i Temperaturen, i et langt stærkere Forhold, end tidligere, og Jern-metalurgien leverer noksom Beviser for, hvor haardt det stundom kan holde for nogen Varighed at drive Temperaturen udover denne Grændse, uagtet det mangen Gang kun gjelder en ubetydelig Tilvæxt i Sammenligning med den Temperatur, som allerede er tilstede. Alligevel maa man vistnok sige, at Vanskeligheden ikke ligger udelukkende i at faa et saa blødt Produkt tilfredsstillende smeltet, men, som vi nedenfor skulle se, maaske vel saameget i Støbningen af de Jernsorter, der kun ere smeltbare i de aller højeste Temperaturer, som man er istand til at opdrive i vore fuldkomneste metalurgiske Apparater. Med Undtagelse af Bessemermetallet, der i denne, som i andre Henseender, indtager en noget exceptionel Stilling, er man derfor, naar man vil anvende Stangjernet i større Masser, saagodtsom udelukkende henvist til Sveisningen, og, skal man anvende det i mindre Masser, vilde det være meningsløst at forsøge paa at benytte en Smeltning og Støbning.

Naar vi efter disse foreløbige Bemærkninger skulle gaa over til at betragte de enkelte Jernvarieteter, ville vi begynde med Stangjernet, som det, der efter foregaaende Af-snit bedst syntes at tilfredsstille de væsentligste Fordringer, man maa stille til et Kanonmateriales Egenskaber ved almindelig Temperatur. Imidlertid kunne vi her formentlig indskrænke os til blot at antyde Hovedtrækkene af dets Forhold ved højere Temperaturer, fordi denne Side af Sagen findes meget udførligt behandlet i flere Arbejder, der ere let tilgjengelige for Enhver, der ønsker et mere detailleret Kjendskab til de mange Vanskeligheder, som Stangjernets

Behandling frembyder (foruden rent metalurgiske Arbeider kan nævnes blandt Sager, der ligger vor Gjenstand nærmere, Mallet's „construction of artillery“ og senere mindre Arbeider af ham, Holley's „Ordnance and armor,“ G. Ede,s „management of steel“ o. fl.).

Det egentlige Stangjern kan, som bekjendt, fremstilles enten ved Herdfriskning eller ved Pudling; af disse to Processer ere vel de fleste Metalurger nu for Tiden enige om ubetinget at give den sidste Fortrinnet, naar det, som her, fortrinsvis bliver Spørgsmaal om Homogenitet og større sammenhængende Masser. I senere Tid er der visselig gjort store Fremskridt med Hensyn paa Puddellupernes Størrelse (cfr, de Borsigske Puddelluper paa sidste Pariserudstilling); men alligevel sætter dog endnu den ringe Størrelse af de sammenhængende Jernmasser, man paa den Maade kan fremstille (nogle faa Centner), meget snevre Grændser for Størrelsen af de Gjenstande, man kan tilvirke uden noget Slags Sveisning; saadant er kun muligt ved de aller mindste Kanoner, om nogensinde. Man nødes meget snart til at anvende Sveisningen, enten saaledes at man efterhaanden bygger Gjenstanden op ved at sveise til Stykke efter Stykke, eller man fremstiller sig fra først af ved Sammensveisning en større Blok, af hvilken man derpaa udarbejder Gjenstanden.

Saa overordentlig værdifuld en Egenskab, som Stangjernets Sveisbarhed er for dets talrige Anvendelser, saa medfører den dog allerede i sig selv flere væsentlige Ulemper. Et Sveissted i en almindelig Jernstang har for det Første aldrig den Styrke, som de usveisede Dele af Stangen; at give noget bestemt Udtryk for denne Forringelse i Styrke er naturligvis vanskeligt, fordi Resultatet af en Sveisning i saa høi Grad er afhængigt af den Maade, paa

hvilken Operationen udføres, ikke alene af den større eller mindre Omhyggelighed med Hensyn paa Temperatur og Tryk, men ogsaa af den ydre Form af de Stykker, som skulle sveises, og af den Maade, paa hvilken de bringes sammen; dog vil man maaske ikke være langt fra det Rette ved gjennemsnitlig at sætte den til omtr. 20—30 %; Kirkaldy sætter den for Stangjern i Gjennemsnit til omtrent 20 %, andre høiere. Imidlertid vil baade Manipulationen blive saameget vanskeligere at udføre, og som Folge deraf Sveisningen saa meget ufuldkommnere, jo større de Jernmasser ere, som skulle sveises, eller maaske rettere jo større den Masse, er, i hvilken Sveisningen skal tilveiebringes ved ydre Tryk, saaledes at Svækkelsen i dette Tilfælde ubetinget vil blive større, end ved en almindelig Jernstang; thi isaafald har Hammerslaget ingen Magt til at iværksætte Sveisningen og uddrive Slaggen. Vilde man derfor ogsaa ved større Kanoner forsøge den Fremgangsmaade, først ved Sveisning at skaffe tilveie en større Jernmasse, der skal danne Raaemnet for Kanonlegemet, hvilket forøvrigt oftere er skeet, saa vilde Forbindelsen mellem de enkelte blooms blive meget slet, og man vilde ufravigelig faa en daarligt sammenhængende, yderst upaalidelig Masse med en Mængde Slag indesluttet. Under saadanne Omstændigheder kan et meget kraftigt Hammerslag endog gjøre galt værre, fordi dets Virkning paa større Jernmasser bliver rent lokal; Overfladeskiktet undergaar derved en Formforandring og strækkes, næsten som en Hud, udover de mere centrale Partier, hvorved Forbindelsen mellem det Ydre og det Indre uundgaelig skades, endog til den Grad, at det ingenlunde hører til Sjeldenheder at finde formelige Hulerum i større Smede-

stykker*). Hertil kommer endnu en anden Omstændighed, som gjør Sveisningen af større Masser endnu betænkeligere, den nemlig, at man, for at tilveiebringe en, saavidt muligt, ligelig Ophedning og for at faa Tid til at gennemarbeide hele Massen, er tvungen til at udsætte Jernet for en stærk Glødhede gennem tildels meget lang Tid, og dette er i høj Grad ødelæggende for Jernets Kvalitet. Derved kommer nemlig Jernet under de gunstigste Betingelser for en KrySTALLISATION i det store, der totalt forandrer dets molekulære Konstitution og idethele indvirker overmaade ugunstigt paa alle dets Egenskaber.

Der kommer vistnok endnu flere Momenter i Betragtning ved Bearbejdelsen af større Jernmasser, men de ovenfor antydede ere dog de vigtigste; de ere ialfald tilstrækkelige til at godtgjøre, at man nu for Tiden, paa Hyttemekanikens nuværende Standpunkt, ikke kan haabe at fremstille større massive Stangjernkanoner, som kunde give tilstrækkelig Garanti.

Skulde det under saadanne Omstændigheder alligevel være muligt at arbejde større Kanoner helt af Stangjern, var det uomgængeligt nødvendigt at finde andre Veie, og som saadanne fortjene specielt at nævnes den Methode, der almindelig gaar under Navn af den Armstrongske samt Amerikaneren Ames's Methode.

Armstrongs Ide, støttet paa Princippet om Initialtensioner, at opbygge en større Kanon af mindre Smedestykker maa saaledes, idetmindste i teknisk Henseende, betegnes som et betydeligt Fremskridt, der er al Ære værd,

*) En fortreffelig Veiledning til at bedømme Virkningen af de forskellige Slags mekanisk Behandling finder man forresten i Mr Tresca's interessante Arbejder over faste Legemers Evne til at flyde under Paavirkning af en stor Pression.

hvad man end tror at maatte dømme om selve Kanonerne. Vi have i denne Afhandling kun indirekte at gjøre med selve Kanontilvirkningen, og vi skulle derfor indskrænke os til et Par Bemærkninger ved Arbeidsmaaden for Ringe eller Cylindere af saa stor Diameter, som Armstrong anvender dem til sine Kanoner af sværere Kaliber. Den almindeligste Fremgangsmaade er formentlig den, at man ved Endesveising fremstiller en meget lang Jernstang af trapezformet Tversnit*) med lidt konvexe Skraasider, opruller denne spiralførmigt, giveren Sveishede og sveiser under Hammeren. Det fremhæves som det største Fortrin herved, at man paa den Vis skulde faa Jernstangens fibrøse Struktur tilgodegjort for Ringens tangential Modstandsevne, idet Fibrene skulde følge Periferien, — en Antagelse, ved hvilken man med vort nuværende Kjendskab til Jernet maaske ikke tør fæste for ubetinget Tillid, tiltrods for den megen Talen og Skriven netop om dette Punkt; thi, ligesom der ubestrideligt endnu er noget uklart ved denne saa hyppig supponerede Fiberdannelse hos Stangjernet, isærdeleshed, naar det skal behandles i noget større Masser, saaledes er det vistnok ogsaa ulige lettere i et givet Tilfælde at bevise dens Tilværelse ad Ræsonnementets Vei, hvad man ikke sjelden ser, end at tilveiebringe det i Praxis. Hvad dernæst selve Sveisningen angaar, saa maa Forholdet i dette Tilfælde visselig antages at være ganske gunstigt for en god Sveisning, fordi Massen er mindre, og Hammerslaget saaledes kan blive mere virksomt, og, da Sveisstederne i de spiralvundne Ringe ville løbe omtrent parrallelt med Tangentialkræfterne, maa de

*) Man faar formentlig en fuldkommnere Sveisning ved at anvende Jernstænger, hvis Tversnit er en regulær Firkant, paa Grund af den Forandring, som Tversnittet undergaar ved Oprullingen i Spiral.

vistnok antages væsentligst kun at være udsat for de longitudinalt virkende Kræfter i Kanonen, men den forholdsvis overordentlig store Sveisflade i disse Armstrongringe kan dog ikke undlade at svække Ringen idethele.

En anden Methode for Fremstillingen af saadanne Ringe, i Hovedtrækkene den samme, som man benytter ved Tilvirkningen af usveisede Tyres (at drive et Hul gennem en fladhamret massiv Lupe og udvalse), har det ubestridelige Fortrin, at man derved undgaar enhver Sveisning, og at Massen saaledes i alle Tilfælder maa forudsættes at være mere homogen; men selve Tilvirkningsmaaden sætter formentlig temmelig snevre Grændser for Ringenes Dimensioner i Bredden, og hvor disse Ringe anvendes enten som Led i Armstrongkanonen eller blot til Forstærkning, er deres Bredde, som bekjendt, et meget væsentligt Moment i den Hjelp, de skulle yde Kanonen.

Denne Arbeidsmaade er det ogsaa, man anvender for de enkelte Elementer i Ames's Kanon, der har tildraget sig adskillig Opmærksomhed under og efter den amerikanske Krig. Hovedprincippet i denne Kanon er at undgaa alle longitudinale Sveisninger*), ligesom i Armstrong's; derimod findes der i disse Kanoner ingen Slags Tensioner. De bygges op, saaledes at man begynder bagfra og stykkevis gaar fremover mod Mundingen, idet man først for den massive Del sveiser sammen Plader og derefter, hvor Løbet begynder, Ring til Ring eller rettere Sæt efter Sæt af koncentriske Ringe, der iforveien nøie ere passede sammen; det har vist sig, at man paa den Vis faar en meget stærk, men tillige meget kostbar Kanon, selv om man tager Hensyn til, at de opgivne Arbeidspriser ere amerikanske.

*) Cfr. Skjødningerne langsefter ere de svageste ved en Dampkjedel.

Der kan vel neppe være delte Meninger om, at for en Kanon, der er udsat for saa voldsomme og mangeartede ydre Paavirkninger, maa den størst mulige Simpelhed i Bygning og Konstruktion altid være et uvurdeligt Gode i praktisk Henseende, og, om man end derved kan opnaa ret tilfredsstillende Resultater, maa det dog formentlig kun ansees som en Nødhjelp, naar man tager sin Tilflugt til mer eller mindre kunstige Konstruktioner, saaledes som man har maattet gjøre for at anvende det bløde Stangjern som Material for større Kanoner. Denne Omstændighed paa den ene Side og paa den anden de store Vanskeligheder, der ere forbundne med Tilvirkningen af større massive Gjenstande alene ved Sveising, og som med Nutidens Midler vistnok maa ansees næsten uoverstigelige, maatte særlig henlede Opmærksomheden paa de Jernvarieteteter, der staa Stangjernet saa nært, som muligt, men ved hvilke dog en Støbning i det store er anvendelig, altsaa paa de blødere, kulstoffattigere Staalearter. At opstille en Grændse for Kulgehalten, ved hvilken man ikke længer er bunden til Sveisingen, men kan anvende en Smeltning og Støbning i det store, turde neppe være muligt med nogensomhelst Fordring paa Nøiagtighed og Almengyldighed, saameget mindre som dette nødvendigvis i nogen Grad vil bero paa de Smelte-metoder, man anvender.

Af de forskjellige Processer for Fremstillingen af Støbestaal er den almindelige Digelsmeltning (den saakaldte engelske Methode) den ældste og visselig i enkelte Henseender endnu den fuldkomneste, forsaavidtsom den tilsteder en nøiagtigere Sortering af Raamaterialet, end nogen anden; men da den tillige er den kostbareste og altid vil blive saameget besværligere og vil fordre saameget større Øvelse og Præcision i Arbeidet, jo større Støbeblokke der skal

fremstilles, saa har den i senere Tid i stor Udstrækning maattet vige Pladsen for nyere Methoder, Bessemerprocessen og de Processer, som under forskjellige Navne ved en Sammensmeltning af kulstofrigere og kulstoffattigere Jernvarieteter med eller uden Digler levere et staalagtigt Produkt af forskjellig Haardhed. Med Undtagelse af Norges eneste Staalværk turde det nu for Tiden være vanskeligt at paavise noget Etablissement, hvor man til Produktion af Massestaal (f. Ex. til Kanoner) fremdeles anvender den gamle engelske Methode og omsmelter i Digler et cementeret og omhyggelig sorteret Herdfriskjern eller Puddeljern. I bedste Fald anvender man et Puddelstaal, eller man benytter endnu andre Raamaterialer, t. Ex. Rujern og Stangjernender (Obersteiner's Methode), forsaavidtsom man overhovedet anvender en Digelsmeltning, hvilket for Øieblikket maaske tør ansees snarere som en Undtagelse, end som Regelen. Da man ved disse andre Methoder nu for Tiden er istand til at levere særdeles gode Produkter, kan det med Hensyn paa Konsumentens virkelige Interesse og Fordel neppe heller vække nogen væsentlig Betænkelighed, dersom udenlandske Værker af Hensyn til de herskende Fordomme levere saadanne Produkter under Navn af almindeligt Digelstaal (cfr. den rennomerede Krupp'ske Staalkanon med 0,3 Si. efter Analyse fra Woolwich).

Det kan vel ikke bestrides, at alle disse forskjellige Methoder for Fremstillingen af Støbestaal og de forskjellige Raamaterialer, man anvender, maa influere paa det endelige Produkt, saaledes at Støbestaalet i dets forskjellige Udgaver visselig i og for sig kan være temmelig forskjelligt; men deraf følger dog ikke, at disse Forskjelligheder altid ville gjøre sig gjeldende, uanseet de forskjellige Anvendelser for Staalet og de deraf følgende forskjellige Behandlingsmaader,

som det har at gennemgaa, — endsige altid i lige Grad. Saaledes vil netop den Behandlingsmaade, som der her er Spørgsmaal om, og som forudsætter en Støbning i større Masser, være fortrinlig egnet til, idetmindste for en stor Del, at udnivellere Forskjellen mellem de enkelte Staalsorter, ikke større end den i Regelen er, og til at stille dem alle omtrent paa lige Fod, forudsat naturligtvis, at der ved hver enkelt Methode i Forhold er anvendt den samme Omhyggelighed baade i Valget af Material og Behandlingen af samme. Naar Materialet er fuldkommen smeltet, hvilket er saameget vanskeligere at opnaa, jo mere det nærmer sig til det egentlige Stangjern, og man derefter skal udføre en større Støbning, saa medfører nemlig denne Operation i sig selv flere stærkt fremtrædende Ulemper, der ere fælleds for alle Støbestaalsorter, og som dels kun svække selve Gjenstanden, dels ogsaa har en mindre gunstig Indflydelse paa Materialet.

For det første har man den bekjendte Blæredannelse i Støbeblokkene, der maa betragtes som en af Staalsmelte-rens værste Fiender. At denne Dannelse af Blærerum hidrører fra en Gasudvikling er klart nok, men Oprindelsen til disse Gaser kan man endnu neppe siges at have ganske paa det rene. Vi skulle imidlertid ikke her indlade os paa at drøfte, i hvilken Udstrækning man fremdeles kan og maa holde fast ved den tidligere Anskuelse, at alt Jern i smeltet og overhedet Tilstand absorberer Gaser, som det kommer i Berørelse med i Smelteapparatet, i en Grad, der synes at afhænge af Temperaturen, ligeoverfor den Anskuelse, der ifølge Caron's senere Experimenter idetmindste for en Del synes at være berettiget, at disse Gaser dannes i selve Massen ved Reaktionen mellem Staalets eller Rujernets Kulstof og oxyderede Partikler, til hvis Existence i

Massen der kan paavises mange Kilder. Her er ligesaalidt Stedet til at bedømme, hvorvidt Resultaterne af Caron's nyere Forsøg ville aabne nogen Udsigt til med større Held, end hidindtil, at modarbejde denne for Praxis saa overordentlig besværlige Blæredannelse i Støbeblokkene, forsaa-vidtsom der ialfald kan tænkes Midler til delvis at hindre Oxydationen, og det saameget mindre som man har ivente yderligere Forsøg fra Caron's Haand specielt for Staalet. Vi skulle her kun holde os til det Faktum, at man for Øjeblikket ingen rationel Methode har til at undgaa Blæredannelsen; ialfald er ingen saadan almindelig bekjendt, og at den et eller andet Sted skulde existere som en Fabrikhemmelighed er allerede i sig selv af flere Grunde meget usandsynligt. Det kan nemlig ikke anføres som noget Bevis i denne Henseende, og man kan heller ikke slaa sig til Ro med, at der fra enkelte Staaletablisementers faktisk er leveret blærefrie Støbeblokke af betydeligere Dimensioner (cfr. sidste Pariserudstilling) og at dette ogsaa for ethvert Staalværk nu og da, maaske endog ofte, kan lykkes ved en omhyggelig Smeltning, en skarp Iagttagelse af den gunstigste Temperatur for Støbningen og en hensigtsmæssig Afkøling; dette er vistnok Altsammen medvirkende Faktorer til en blærefri Støbning; men hverken kan man sige, at de ere de eneste Faktorer, eller man kan nu for Tiden angive deres rigtige Anvendelse i alle Tilfælder. Nogen virkelig Garanti for at erholde blærefrie Blokke faar man naturligvis ikke paa den Maade; man er for større Blokkes Vedkommende kun henvist til den større eller mindre Grad af Sandsynlighed for at præstere en sund Støbning, som det ene Værk med sin større Routine kan byde fremfor det andet, og det maa vel siges at være et temmelig daarligt Grundlag at bygge paa ved en Sammen-

ligning mellem de forskjellige Materialer og de for disse eiendommelige Arbeidsmaader.

Vanskelighederne tiltage naturligvis med Blokkenes Størrelse, især ved Digelsmeltningen, og i Betragtning af de norske Forholde fortjener det maaske at bemærkes, at, naar man med Caron gaar ud fra Oxydationen som idetmindste en af Aarsagerne til Gasudviklingen, maa hver enkelt Digel, der kommer til ved en Støbning, væsentlig forøge Chancen for Feil og Blæredannelse i Støbeblokken; jo større Diglernes Antal er, desto større Chance er der naturligvis ogsaa for, at Smeltningen i enkelte af dem vil være mindre tilfredsstillende, og desto større Mængde oxydiske Partikler har man Udsigt til at bringe ind i Blokken. Denne Omstændighed vil saaledes forene sig med de andre saare vægtige Grunde til for Digelsmeltninger ved større Gjenstande, som Kanoner, at indskyde som Mellemlid under Støbningen en Støbekjedel, hvor den smeltede Masse fra alle Digler først samles, og hvor saaledes Reaktionerne lettere kunne fuldbyrdes før Støbningen, som man efter Behag kan iværksætte, naar man finder Temperaturen tjenligst. Hvor en saadan Støbekjedel ikke anvendes, er der ubestridelig en Fare mere for en usund Støbning.

Ikke alt Staal er lige tilbøieligt til Blæredannelse; dette vil i første Række afhænge af den større eller mindre Grad af Tyndflydenhed, til hvilken det enkelte Produkt kan drives, og af denne Tilstands Varighed. Som bekjendt, have alle Staal- og Stangjernsorter, ligesom ogsaa de aller fleste Rujernsorter mellem den faste og flydende Tilstand en Mellemlidtilstand, paa hvilken Sveisbarheden helt og holdent beror, og som endnu en mærkbar et godt Stykke udover Smeltepunktet, idet Produktet vedbliver at være mer eller mindre seigflydende. Nu kan vistnok alle Jernsorter uden Und-

tagelse drives til fuldkommen Tyndflydenhed, naar man kun kan tilveiebringe den tilstrækkelige Temperatur; men det er klart, at dette vil falde saameget vanskeligere, jo høiere vedkommende Produkts Smeltepunkt ligger, saaledes især ved Stangjernet og det blødeste Staal, hvor allerede selve Smeltningen stundom kan holde haardt nok. Heraf følger, at det ikke alene er meget vanskeligt at drive de mest tungsmeltelige Jernsorter til fuldkommen Tyndflydenhed, men at ogsaa denne Tilstand ialfald ved disse Produkter stedse vil være af meget kort Varighed; men det er indlysende, at Gaserne Evne til at undvige fra en smeltet Masse i høi Grad vil være afhængig af Massens Konsistents, om den er mer eller mindre seigflydende. Derfor vil en Smeltning og Støbning i det store altid være meget vanskeligere ved et meget blødt Staal, der altid viser sig meget mere tilbøieligt til Blæredannelse, end ved et haardere, og Staalsmelteren vil af denne, ligesom af andre Grunde altid have Interesse af ikke at anvende et blødere Produkt, end absolut nødvendigt, men meget mere at strække sig saalangt, som muligt i den modsatte Retning.

Blæredannelsen er imidlertid ikke den eneste Ulempe, man har at kæmpe med ved Tilvirkningen af Støbestaal i større Masser; en ikke mindre Vanskelighed foraarsages ved Staalets Svinden. Stivningsfænomenerne ere mindre studerede hos Staalet, end hos Rujernet, hvilket vel nærmest har sin Aarsag i de meget forskelligartede Anvendelser for disse to Varieteter. Om man end temmelig trygt maatte kunne slutte direkte fra Stivningsfænomenerne hos Rujernet til Staalets Forhold, idet det gaar over fra flydende til fast Tilstand, fordi Staalet intet andet er, end et „finere“ Rujern, saa skulle vi dog her blot holde os til det simple Faktum, som Enhver kan iagttage, at Staalet svinder under

Afkjølingen, og derhos kun bemærke, at denne Svinden ikke er knyttet til den egentlige Stivningsakt, til selve Overgangen fra flydende til fast Tilstand, men at den vedvarer under hele Afkjølingen, altsaa baade før og efter dette Overgangsstadium, der synes at medføre forskjelligartede Volumforandringer for forskjellige Stoffe, og at Svindingen ingenlunde skrider jævnt fremad med Temperaturens Synken. Følgen heraf er, at, naar en større Mængde Staal støbes i en Form, og det ydre Skikt, som almindelig, afkøles hurtigst, og Afkjølingen derefter skrider fremad Lag for Lag indover mod Centrum, saa vil der indtræde en stærk Spænding i Massen, fordi de enkelte Partier afkøles med forskjellig Hastighed og saaledes ogsaa svinde ulige, medens Sammenhængen mellem dem naturligvis fremdeles vedbliver; der vil efter de forskjellige ydre Omstændigheder indtræde en Kompression eller en Tension, i det foreliggende Tilfælde det sidste for de indre Partiers Vedkommende. Tensioner af et andet Slags faar man videre, naar Støbestykket har store og pludselige Overgange i Dimensioner, hvilket derfor omhyggelig maa undgaaes ved enhver støbt Kanon. (Cfr. Mallets saakaldte Svaghedsplaner, hvor man visselig maa kunne nøie sig med at søge Forklaringen af den stedfindende Svækkelse i de ved Metallets ulige Svinden fremkaldte Tensioner, uden at behøve at ty til en saadan Forklaringsmaade, som Mallet opstiller).

Da saaledes Gjenstandens ydre Begrændsning vil være afsluttet og bestemt paa et tidligere Stadium af Massens Afkjøling, medens Staalet i det Indre af Blokken endnu vil være fuldkommen flydende, og da nu Metallets Svinden er en Volumforringelse, der er saameget stærkere, jo langsommere Afkjølingen sker, altsaa størst for de centrale Partier af en massiv Blok, saa vil den indre flydende Kjerne

efter den med Afkjølingen forbundne Svinden ikke længere kunne udfylde det samme Volum, som tidligere. Som Følge deraf ville dels de centrale Partier blive mere porøse, mindre tætte, dels vil der endog fremkomme fuldstændige Hulrum i det Indre, alteftersom Støbeblokkene ere mindre eller større. Kan man derfor holde det øvre Parti af Blokken tilstrækkelig flydende, efterat de ydre Skikter allerede ere stivnede, saa vil dette vedblive at afgive Metal til de nedre, centrale Partier; dette Fænomen kalder man, som bekjendt, Sugningen, og den derved fremkomne Sugetrakt i Toppen af en Staalblok har man rigelig Anledning til at iagttage overalt, hvor Staal støbes, selv ved meget smaa Blokke. Ved mindre Støbninger vil denne Sugetrakt efterhaanden tabe sig nedover; men det siger sig selv, at den selv under saadanne Omstændigheder ikke mangler sin Fortsættelse nedigjennem Blokken, om den end kun fremtræder under Skikkelse af utæt Guss; ved større Støbninger kan man endog faa ordentlige Hulrum.

Det er klart at man netop ved Kanontilvirkningen særlig maa fæste sin Opmærksomhed paa denne Omstændighed, fordi der i dette Tilfælde just stilles de største Fordringer, om ikke til de aller inderste, saa dog til de mere centrale Dele. For at modarbeide disse Ulemper, har man, som bekjendt, ved Tilvirkningen af Rujernkanoner væsentlig to Midler, for det første det saakaldte Død- eller Synkhoved, og dernæst den Rodmanske Methode med Hulstøbning og Afkjøling fra inden, ved større Kanoner begge i Forening, ved mindre kun det første. Dødhovedet er naturligvis ogsaa anvendeligt ved Staalstøbningen og vil ogsaa der gjøre sin store Nytte, omend maaske ikke ganske i samme Grad, som ved Rujernet, fordi Staalets Smeltepunkt og altsaa ogsaa den Temperatur, ved hvilken det gaar over fra flydende

til fast Tilstand, ligger saameget høiere, og der altsaa bliver saameget mindre Spillerum. Men skal et Synkhoved have nogen Virkning ved Støbningen af Staalkanoner, maa man ganske vist give det rundelige Dimensioner, hvilket man saa let kunde fristes til at undlade paa Grund af Materialets Kostbarhed

Hensigten med Rodman's Methode er at afhjælpe baadé den fra Metallets ujevne Svinden hidrørende Utæthed i de indre Dele af Massen, og, hvad der er en Virkning af den samme Aarsag, de for Kanonens Styrke særdeles ugunstige Tensionsforholde, som allerede et Par Gange ere berørte. Imidlertid er denne Methode, saavidt mig bekjendt, endnu ikke anvendt ved Staalkanoner, og tiltrods for modsatte Udtalelser turde det ogsaa have sine Vanskeligheder at benytte den med Fordel ved Staalet. Dels vil nemlig den Hurtighed, hvormed Staalet (det gjelder her navnlig de øvre Partier) stivner, og som allerede i sig selv er stor nok, derved yderligere forøges, hvilket igjen vil forringe Virkningerne af Synkhovedet og begunstige Dannelsen af Hulrum i de sværere Dele af Kanonvæggene i Trakten omkring Kammeret, og de Midler, som kunne modarbeide dette (cfr. Støbningen af sværere Rujernkanoner efter denne Methode), ville for Staalet idetmindste falde noget kostbare, — dels vil sandsynligvis Staalet derved undergaa en Hærdning meget stærkere, end ønskeligt for Overfladen af et Kanonløb.

I Forbindelse hermed kunne vi med engang kortelig berøre Staalets Behandling i Olie, som i senere Tid ogsaa er bleven benyttet ved Staalets Masseanvendelser, og, som mange have paastaet, med stor Fordel. Ved flere Experimenter synes det hævet over enhver Tvivl, at en Hærdning i Olie er særdeles fordelagtig ved mindre Staalbarrer, som derved vinde meget betydeligt i Fasthed, medens alligevel

Haardheden og dermed Sprødheden ikke udvikles saaledes, at Produktets Strækbarhed derved formindskes. Det synes imidlertid aldeles urimeligt at antage, at Virkningerne af denne Operation ville være de samme for større Masser. Forsaavidt man ikke vil antage, at der indtræder en formelig Cementation, hvilket ialfald ikke kan medføre nogen Fordel for en Kanonmasse, maa Oliens Virkning her simpelthen reducere sig til, at Afkjølingen forhales, hvilket i og for sig ganske vist kan være af meget indgribende Natur, hvad de almindelige Hærduingsfænomener noksom vise; men det er tillige klart, at Virkningerne af en saadan forhalet Afkjøling ville være saameget større, jo mindre Metalmassen er, og jo hurtigere saaledes denne vilde afkjøles af sig selv uden Anvendelse af kunstige Forhalingsmidler, og at Virkningerne nødvendigvis ville blive saameget mindre, jo større Metalmassen er, og jo langsommere derfor Afkjølingen af sig selv vilde ske; et Oliebad kan vistnok gjøre Afkjølingen af store Masser endnu langsommere, end den ellers vilde være, men denne Tilvæxt vil naturligvis i Forhold blive saameget mindre, jo større Massen er, og ved store Blokke efter al Sandsynlighed temmelig forsvindende; dertil kommer endnu, at man allerede ved selve Støbningen har andre og oftest simplere Midler til at tilveiebringe en meget langsom Afkjøling, om man ønsker saadant. Det eneste, som kunde synes rimeligt at antage, er, at en fornyet Ophedning og langsom Afkjøling af en større Støbeblok vil tendere til at formindske de skadelige Tensioner i Massen, der, som nævnt, under almindelige Afkølingsforholde ved Støbningen ikke ville undlade at indfinde sig; derimod er det visselig usandsynligt, at denne saakaldte „toughening“ i Olie ved større Masser skulde have nogen mærkelig gunstig Indflydelse paa selve Materialet; men en saadan Paastand er dog ikke sjelden

at træffe, især hos de saakaldte praktiske Folk. Et praktisk Bevis i denne Henseende har Armstrong*) leveret, idet han lod en Pantserplade behandle i et Oliebad; det viste sig imidlertid, at to Skud fra en 68 $\overline{\text{L}}$ -er vare tilstrækkelige til at knække den i forskellige Retninger. Derhos er det ved talrige Forsøg ved Woolwich bleven paavist, at Afbrændingen i det Indre af lindede Staaltuber er betydelig større, end for Stangjern.

Blandt Midlerne til at modarbeide Blæredannelsen og Virkningerne af Sugningen i Staalblokke bør videre nævnes Hamringen af Blokkene. Det gjelder naturligvis ogsaa for Staalets Vedkommende, at en Overhamring vil blive mindre og mindre virksom, jo større Massen er, og at den under saadanne Omstændigheder endog kan blive rentud skadelig; men der frembyder sig desuden særegne Vanskeligheder ved Staalet, fordi dette er særdeles tendert med Hensyn paa den Temperatur, ved hvilken det underkastes en mekanisk Bearbejdelse, og det saaledes ikke er let at tilveiebringe den rigtige Hede for alle Dele af en større Masse. Har man imidlertid til sin Disposition fuldkomne Apparater baade til at give Heden og til den senere mekaniske Behandling, og arbejder man med Omhu, saa kan der ikke være Tvivl om, at en Overhamring vil være meget gavnlig for mindre Blokke, og i saameget høiere Grad, jo mere Produktet nærmer sig til Stangjernet; men ved daarligere Apparater er det neppe formeget at sige, at Nyttens i bedste Fald er noget nær illusorisk. Vanskelighederne ved at udføre denne Operation voxe betydeligt ved stigende Kulgehalt.

Allerede disse Hovedtræk af Stangjernets og Staalets

*) Institution of mechanical engineers. Proceedings 1870.

Forhold ved høiere Temperaturer ville være tilstrækkelige til at vise, at Staalet, forsaavidt man under denne Betegnelse sammenfatter alle de Jernvarieteteter, der tilstede en Smeltning og Støbning i det store, netop i denne Operation besidder et meget væsentligt Fortrin til Kanonmaterial fremfor det egentlige Stangjern, ved hvilket man kun er henvist til Sveisingen, eller, hvor denne ikke er anvendelig, nødes til at søge mer eller mindre kunstige Udveje. Imidlertid mangler der, som vi have seet, desværre ikke Vanskeligheder nok ved Fremstillingen af større Kanonemner af Staal; man har i Blæredannelsen, Svindingen og de deraf forarsagede Tensioner Fiender, der allerede gjøre Sagen betænkelig nok, og mod hvilke man, som sagt, for Tiden kan skaffe sig enten aldeles ingen eller kun ufuldkomne Garantier. Der klæber saaledes ved Støbestaalet som Kanonmaterial en meget væsentlig Ufuldkommenhed, der stemmer daarligt overens med dets høie Pris, naar det anvendes til sværere Kanoner, og baade i teknisk og økonomisk Henseende ville Vanskelighederne blive større ved et blødere Staal, end ved et haardere, men et haardt Staal kan man, som udviklet i forrige Afsnit, aldrig tænke paa at anvende til Kanoner. Værre, end alt, er dog maaske den Omstændighed, at Støbestaalet, forunderligt nok, i Regelen er temmelig ujevnt; det skulde jo synes, som om man ved en Smeltning og Støbning i det store maatte have den størst mulige Chance for at faa et homogent og jevnt Produkt; men dette viser sig faktisk ikke at være Tilfældet. Denne Ujevnhed har f. Ex. altid været en af de væsentligste Ankeposter mod Bessemermetallet, uagtet netop Bessemerprocessen næsten mere, end nogen anden Staalproces maatte antages at begunstige en fuldkommen Blanding, og den har idethele, saavidt vides, altid været en Hovedindvending mod Staalets

Anvendelse til Kanoner. For Kanontilvirkningen maa nemlig denne Omstændighed faa en stor Betydning, fordi Materialet i en Kanon bliver saa høist ulige anstrengt i de ydre og indre Partier, og Faren ved et ujevnt Material altsaa bliver dobbelt.

Førend vi forlade Støbestaalet, bør endnu specielt nævnes, at Bessemerprocessen i de sidste Aar har gjort store Fremskridt. De Ulemper, der ovenfor ere nævnte for Støbestaalet i Almindelighed, gaar vistnok heller ikke Bessemermetallet fri for, hvortil kommer at det fra enkelte Hold paastaaes at besidde forholdsvis mindre Modstandsevne mod Slag og Stød; men denne Proces har dog store Fortrin, fremfor de fleste andre Staalprocesser, og besidder i sig selv uægtelig flere Hjælpemidler. I Bessemerretorten har man den høieste Temperatur, som noget metalurgisk Apparat kan opvise, og som Følge deraf kan man ved denne Proces drive selv de aller blødeste, mest kulstoffattige Jernvarieteter til den fuldkomneste Smeltning. Videre lettes selve Støbningen i høj Grad ved de fuldkomne mekaniske Hjælpemidler, der altid ere knyttede til denne Proces, ligesom det at træffe det rette Temper nu ikke længer kan siges at lægge nogen Vanskelighed i Veien; derhos leverer Bessemerprocessen meget billige Produkter, og dette er en Omstændighed, som man ikke har Løb til ganske at overse, allermindst naar Produktet, som her, staar saa høit i andre Retninger. Det tør vel derfor ansees rimeligt, at Bessemerprocessen i Fremtiden vil spille en stor Rolle ved Tilvirkningen af sværere Støbestaalkanoner, hvor man maatte bestemme sig for saadanne.

Søger man endelig de to Spørgsmaal, som ere opstillede i Begyndelsen af dette Afsnit, direkte besvarede for Stangjernets og Staalets Vedkommende, saa er der neppe

nogen Grund til at antage, at en Smeltning og Støbning i store Masser paa nogen Maade vil kunne forbedre Staalets Kvalitet, medens man i Sugningen eller rettere i den ujevne Svinden ubestridelig har en Aarsag til Svækkelse netop for de Dele af Materialet, som har at bære Størsteparten af Angrebet paa en Kanon; hvad Stangjernet angaar, saa vil den Behandlingsmaade, som Forarbeidelsen til Kanoner medfører, (d. e. en fortsat Glødning, en Sveisning og tildels Hamring i større Masser) nødvendigvis skade Kvaliteten, tildels endog i betydelig Grad. Det andet Spørgsmaal, — om den Tilvirkningsmaade, som den enkelte Jernvarietet kræver, naar den skal anvendes til Kanoner, giver Anledning til at forøge Kanonens Styrke, bortseet fra Forbedringer i selve Materialet og i Konstruktion —, maa naturligvis for Stangjernets Vedkommende besvares bekræftende, forsaavidtsom man tager Hensyn til Armstrong's Princip, for andre Tilvirkningsmaader benegtende. Staalet stiller sig i denne Henseende meget ugunstigt; dersom man ved Staalkanoner kunde anvende Rodman's Methode eller andre Fremgangsmaader, som i sine Virkninger ere overensstemmende med denne, hvilket, som sagt, ikke vides at være skeet, vilde vistnok en væsentlig Del af Ulemperne (Tensionerne) ryddes tilside, men de andre staa dog ligefuldt tilbage.

I begge disse Henseender er Rujernet alle andre Jernvariteter langt overlegent. Naar man imidlertid skal til at omhandle Rujernet som Kanonmaterial, og man ikke kan være med paa at underskrive den Dødsdom, som saa almindelig er fældet over dette Material, har man den ubehagelige Følelse af, at skulle arbejde mod Strømmen, mod en stærk Opinion. Efterat nemlig de tidligere omhandlede Bevægelser i Anledning af Kanonmateri-

alerne havde taget sin Begyndelse, og de ældre Rujernkanoner for en stor Del havde vist sig upaalidelige og utilfredsstillende ligeoverfor de nye Krav, var man strax næsten fra alle Kanter færdig til i de stærkeste Ord at fordømme Rujernet for stedse paa en Maade, der meget hyppigt røbede et saare lidet Kjendskab til dette Material og de Hjælpe-midler, det frembyder, — for ikke at tale om de Tilfælder, der neppe vare faa, hvor personlige Interesser vare med i Spillet. Man kan derfor heller ikke med Sandhed sige, at man i Europa ret for Alvor har studeret Spørgsmaalet om Rujernets Anvendelighed til Kanoner; ialfald har man ikke gjort Anstrengelser i denne Retning, som paa nogen Vis staa i Forhold til den Møie og de Omkostninger, man har fundet sig i, for t. Ex. at gjøre Stangjernet brugbart til større Kanoner. Det er imidlertid et ubestrideligt Faktum, at der ikke er nogen Jernvarietet, hvis Udseende og Egenskaber man ved Behandlingen ved høiere Temperaturer mere har i sin Magt at forandre baade til det Bedre og til det Værre, end netop Rujernet, og vi gaa derfor over til ogsaa at betragte dette Produkt fra de samme Synspunkter, fra hvilke vi hidtil have betragtet Stangjernet og Staalet.

Et af de virksomste Midler til at forandre Rujernets Karakter er Omsmeltningsprocessen i Forening med Afkjølingen. For tilfulde at kunne forstaa Omsmeltnings Natur, om hvilken maaske de aller fleste, selv af Fagmænd, ligetil de seneste Tider have haft mindre rigtige Anskuelser, maa man skjelne mellem to Hovedretninger i dens Virkning. For det Første indvirker den paa Rujernets kemiske Bestanddele; for det Andet tillader den en Omkrystallisation af Rujernets Blandingsdele, idet den bringer det i flydende Tilstand*). Ved en normal

*) Cfr. Dr. Dürre. Ueber den Giessereibetrieb.

Smeltning og Afkøling, der tilsteder Rujernets Blandingsdele at ordne sig ganske naturligt, vil denne sidste Virke-maade af Omsmeltningen, som man kan kalde den molekylære, stedse tendere til at fremkalde Rujernets sande Egenskaber, naar det ved kunstig Behandling har faaet en anden Karakter, end Ertsens Beskaffenhed naturligen vilde føre det med sig. Den indebærer imidlertid Muligheden baade af en Forbedring og af en Forringelse af Rujernets Egenskaber, alteftersom man for den enkelte Varietet og den Anvendelse, man tilsigter, anvender Overhedingen i større eller mindre Udstrækning og forstaar at indrette selve Smeltningen og Afkølingsforholdene mer eller mindre gunstigt for den Anordning af Krystalindividerne og Krystalgrupperne, der bedst udvikler de for det foreliggende Tilfælde ønskeligste Egenskaber hos Rujernet. Disse molekylære Virkninger ville saaledes altid være fuldstændig afhængige af den Maade, paa hvilken Omsmeltningsprocessen ledes.

Den førstnævnte Indvirkning af Omsmeltnigen, den kemiske, gaar derimod sin Gang uanseet Processens Ledning og kan idethøieste modificeres en Smule; den maa derfor siges i egentligste Forstand at tilhøre den og at være den for Omsmeltningen karakteristiske Indvirkning paa Rujernet. Naar undtages Forbrændingen af endel Grafit, hvorom nedenfor, er imidlertid Omsmeltningens kemiske Indvirkning paa Rujernets Bestanddele udelukkende af skadelig Natur, idet den dels koncentrerer de Forureninger, som allerede iforveien findes i Rujernet, dels bringer nye ind, fra Herdsaalen, Ovnvæggene, ved Flyveasken fra Brændmaterialet eller ved Berørelsen med dette o. s. v. Dels ville simpelthen Metaller og andre Baser udreduceres og opblandes i Jernmassen, dels vil det reducerede Silicium,

Svovl og Fosfor indgaa kemiske Forbindelser med Jernet, og, idet de danne Siliciumjern, Svovljern og Fosforjern, delvis indgaa som Stedfortrædere for det kemisk bundne Kulstof, uddrive dette og udskille det som Grafit, — en Reaction, som direkte er paavist ved Forsøg. Enhver ordinær Omsmeltning bliver saaledes en formelig Concentrationssmeltning for Rujernets Forureninger og vil derfor efter sin egentlige Natur stedse og ufravigelig tendere til at forringe Rujernets Kvalitet, og ikke det modsatte, som ikke sjelden antages og udtales.

Den eneste direkte Virkning af en Omsmeltning, som under enkelte Omstændigheder kan medføre en Forbedring af Materialet, men som forøvrigt ogsaa for en stor Del er afhængig af den Maade, paa hvilken Processen ledes, er Forbrændingen af endel Grafit, naar Rujernet er saadant, at dets Anvendelse i et bestemt Øjemed begunstiges derved hvilket kun kan indtræffe ved et graat, grafitisk Rujern, ligesom ogsaa Forbedringen i Kvalitet ved en Forbrænding, af Grafit under gjentagne Omsmeltninger selv for et meget graat Rujern nødvendigvis maa have forholdsvis snevre Grændser. Foruden denne er det, som sagt, kun de indirekte, de molekulære Virkninger af Omsmeltningen, som i en kyndig Haand kunne blive et meget virksomt Middel dels til direkte at forbedre Rujernets Egenskaber, navnlig dets Fasthed, dels til at forandre dets Karakter i den Retning, som et specielt foreliggende Tilfælde maatte kræve.

Man ser saaledes, at der ved hver enkelt Omsmeltning, ligesom ved hver Række af gjentagne Omsmeltninger af det samme Rujern løber ved Siden af hinanden to Virkninger eller rettere to Sviter af Virkninger, den ene skadelig for Materialet, den anden forbedrende, og Resultatet af Omsmeltningen beror altsaa paa disses gjensidige Forhold

paa det Trin, hvor man standser Processen. Betegner man med Tverstreger hver enkelt af en Række Omsmeltninger af det samme Rujern eller de enkelte Stadier under en og samme Omsmeltning, saa kunde man maaske tydeligere fremstille disse jevnside løbende Virkninger ved nedenstaaende to Talrækker, den ene positiv (den forbedrende Virkning), den anden negativ (den skadelige), hvor det dog ikke er Meningen at ville lægge nogen særdeles Betydning i de valgte Tal, f. Ex. saaledes:

+	4		+	6		+	8		+	9		+	7		o. s. v.
—	2		—	4		—	7		—	12		—	17		o. s. v.

Da de forbedrende Virkninger efter sin Natur blot en Tid kunne vise stigende Værdier, og derefter, naar de have naaet en Maximumsgrændse, der naturligvis er meget forskjellig for de forskjellige Rujernvarieteter, atter vil aftage hurtigt, maa der snart indtræde et Punkt, hvor Omsmeltningens to Indvirkninger omtrent balancere hinanden, idet de for Rujernet skadelige, kemiske Virkninger, den negative Række, der vistnok i Begyndelsen maa tillægges mindre Værdier, ikke blot uafbrudt voxe, men stedse stærkere og stærkere. Ved næste Stadium vil saaledes allerede den negative Række faa Overtaget, og der indtræder en pludselig Forringelse i Rujernkvaliteten.

Paa denne Maade kan man forstaa de overraskende Resultater af Fairbairn's og flere amerikanske Forsøg med gjentagne Omsmeltninger af samme Rujern eller en enkelt forlænget Omsmeltning, som i sin Tid gjorde megen Opsigt ikke alene paa Grund af Rujernets paatagelige Forbedring frem igjennem en vis Periode, men ogsaa fordi den Vending til det Værre, som Rujernets Forandring derefter tog, var saa pludselig. Ved Fairbairn's Forsøg viste det sig f. Ex., at den relative Fasthed (altsaa ogsaa den absolute)

voxede med hver Omsmeltning, indtil den ved den 12te havde naaet sit Maximum med en Forøgelse af omtr. 40 %; paa samme Maade voxede ogsaa den transversale Modstands-
evne mod Stød, men meget stærkere, og efter dette Maximum aftog igjen begge særdeles hurtigt, især den sidste. Disse Forsøg have givet Anledning til adskillige uheldige Misforstaaelser, fordi man vilde give dette Resultat Almen-
gyldighed uanseet Jernkvaliteten, medens det naturligvis kun gjelder for den enkelte Sort Rujern, med hvilken Fairbairn har eksperimenteret, og for den Afkølingsmaade, han har anvendt. Et mindre graat Rujern vil taale færre Omsmel-
ninger, og et aldeles hvidt Rujern vil f. Ex. allerede ved første Omsmeltning enten være aldeles ødelagt, eller i bedste Fald dog blive betydelig sprødere, end det allerede iforveien var, idet det paa samme Tid i Regelen vil vise en tættere Brudflade o. s. v.

Efterat vi saaledes i Korthed have forsøgt at bestemme Omsmeltningsens Natur i dens Almindelighed efter Nutidens Opfatning, vilde det vistnok, for at erholde det fulde Indtryk af, hvormange Midler en kyndig Smelter kan have til sin Disposition, naar det gjelder at akkommodere et Rujern efter hans Behov, have været nyttigt at betragte noget mere i Enkelthederne de mangfoldige Nuancer ved Omsmeltningsprocessen, derunder indbefattet baade selve Smeltningen og Afkølingen. Naar man imidlertid betænker, hvilken Mangfoldighed af Kombinationer en Omsmeltning frembyder med Hensyn paa Smeltningens Hastighed, Temperaturens Stigen og Vedvaren, samt Afkølingsforholdene, foruden rent tilfældige ydre Omstændigheder, — naar man videre erindrer, at Tallet af de Rujernvarieteter, som i det foreliggende Tilfælde kunde blive Gjenstand for Betragtningen, ikke er synderlig mindre, saa vil det maaske indrømmes, at det i en

Afhandling, som denne, neppe kan være Tale om at gaa nærmere ind paa Tingen, selv bortseet fra de store Vanskeligheder ved et saadant Forsøg. Da det desuden ligger aldeles udenfor dens Afhandlings Plan at omhandle selve Kanontilvirkningen i dens praktiske Gjennemførelse, faar det her være nok at minde om, hvorledes en langsom Smeltning tenderer til at forringe Kulgehalten, idet den i Regelen vil virke oxyderende, medens en stærk Overhedning og en langsom Afkjøling vil begunstige Graftens Udvikling.

Her turde dog være Stedet til med et Par Ord at berøre selve Smelteapparatet, fordi de senere Tiders Fremskridt have medført nogen Forandring i denne Henseende. Det har, som bekjendt, været almindeligt for alle vanskeligere Smeltninger, saaledes ogsaa for Kanonstøbningen, stedse at anvende Flammeovne, fordi disse i Regelen tillod en lettere Regulering af Processen, og ialfald i enkelte Lande, t. Ex., Østerrig, var det endog en ufravigelig Forordning fra Artilleriets Side ved enhver Kanonleverance, at Omsmeltningen skulde ske i Flammeovne. De senere Aar har imidlertid bragt meget betydelige Forbedringer ved den anden Klasse af Omsmeltningsapparater for Rujernet, Kuppelovnene, saaledes at det nu for Tiden neppe kan ansees fuldt begrundet at vedblive disse Fordringer, selv uanseen den ulige billigere Smeltning i Kuppelovne, undtagen maaske i ganske exceptionelle Tilfælder, hvor man skal behandle et meget grafitisk Rujern. Hvad enten man benytter Flammeovn eller Kuppelovn, bliver dog under alle Omstændigheder Hovedsagen*), at den, der skal lede Operationerne, besidder et nøiagtigt og udstrakt Kjendskab til Rujernet og

*) Vi have ovenfor seet, at de Rujernet forbedrende Virkninger af Omsmeltningen for den væsentligste Del ere afhængige af Processens Ledning.

en stor praktisk Erfaring i selve Omsmeltningsprocessen, og ikke mindst, at han er fuldt fortrolig med sit Smelteapparat. Derfor vil ogsaa i Regelen et ældre Kanonstøberi have et stort Fortrin fremfor ethvert nyt Etablissement i denne Retning, selv om det er noksaa godt udstyret med Apparater. Efter engelske Beretninger har man ogsaa et ganske instruktivt Exempel paa dette i Etablissementet i Woolwich for Støbningen af Rujernkanoner, som hurtigt blev oprettet og sat i Gang i Anledning af Krimkrigen, og det tør hænde, at de Kanoner, som leveredes herfra, ikke have bidraget saa ganske lidet til at sætte Rujernkanonerne i Miskredit ligeoverfor de nyere Systemer, som strax efter dukkede op.

Kan man end saaledes allerede ved en enkelt Smeltning betydelig forandre Rujernet efter sit Behov, og endnu mere ved en gjentagen Omsmeltning, saa er dog dette navnlig det sidste, baade en temmelig vanskelig og en ofte besværlig Sag, ligesom det heller ikke altid vil være tilstrækkeligt for den forhaandenværende Rujernvarietet. Man griber derfor særdeles hyppigt til et andet Hjelpemiddel, der baade er virksommere og i Regelen lettere i den praktiske Udførelse, nemlig iforveien at sammensætte Omsmeltningsapparatets Beskikning af flere forskjellige Sorter Rujern, valgte efter Øjemedet med Smeltningen. En saadan Sammensmeltning af forskellige Varieteter har tidligere isærdeleshed været anvendt ved Kanonstøbningen, og videst i denne Retning synes det ovennævnte Støberi i Woolwich at have gaaet, der ikke har nøiet sig med de mangfoldige Varieteter, som det europæiske Jernmarks ordinære Rujernsorter give Valget imellem, men endog synes at have søgt en forøget, — man kunde næsten fristes til at sige — halvt mystisk Virkning i at bringe sammen Rujern fra de

mest fjerntliggende Trakter og af den mest forskjellige Herkomst, paa en Maade, der uvilkaarlig minder om den paa et andet Feldt saa bekjendte Theori om Racernes Krydsning. Ved disse Sammensmeltninger af Rujern fra, snart sagt, alle Jordens Ender, engelsk, skotsk, svensk, russisk, amerikansk, indisk, o. fl. har virkelig ogsaa Woolwich naaet overraskende gunstige Resultater med Hensyn paa Produktets Egenskaber, navnlig dets Fasthed; men dette er dog neppe den heldigste Vei. Produktet bliver paa denne Maade selvfølgelig aldeles uforholdsmæssig kostbart, og at gennemføre Metoden paa saadan Vis kan der naturligvis aldrig blive Tale om for andre Etablissementer, end Statsværker, og selv for disse turde det være liden Mening i at anvende saameget paa et i sig selv billigere Material, at Produktet i Pris noget nær kommer op i Klasse med de kostbareste Materialer, man har. Man kan imidlertid ad ulige billigere Veie naa meget langt ved skjønksomt at sammensætte Beskikningen dels af de tilgængelige Rujernsorter af forskjellig Kvalitet, dels af Rujern, som iforveien har været omsmeltet en eller flere Gange; denne Fremgangsmaade er nu for Tiden overordentlig udbredt i alle Grene af Støberiet og naturligvis ikke mindst i Kanonstøberiet, hvor de afstukne Synkhoveder fra tidligere Kanonstøbninger i Regelen repræsentere det en eller flere Gange omsmeltede Rujern. Imidlertid mangler naturligvis heller ikke denne Methode sine Vanskeligheder; navnlig er det ikke altid let at skaffe tilveie netop de Nuancer af Rujernet, som forlanges, eller som man af egen Erfaring erkjender som de bedste i det foreliggende Tilfælde.

Det er et ubestrideligt Faktum, at man ved disse Fremgangsmaader, Omsmeltning og passende Gatterning af Raa-materialet, kan erholde meget forskjelligartede Produkter

af fortrinlig Kvalitet, hvis Egenskaber tillade en langt fordelagtigere og langt mere udstrakt Anvendelse af Rujernet, end der kunde være Tale om, dersom man ikke havde havt disse Hjelpemidler; fremforalt vil dog et saadant Produkt udmærke sig ved sin større absolute Fasthed, eksempelvis kan hidsættes en Tabel fra de amerikanske Forsøg med Omsmeltning af det bekjendte Greenwoodjern .

Greenwoodjern.	Tæthed.	Absol. Fasthed.	Haardhed.
1ste Smeltning	7,032	15,129	8,48
2den Smeltning	7,086	21,344	12,16
3die Smeltning	7,198	30,107	19,66
4de Smeltning	7,301	35,786	29,52

Vi maa her atter et Øjeblik vende tilbage til, hvad tidligere er nævnt, at et Produkts Udholdenhed mod de angribende Kræfter, dets Styrke, i intet Tilfælde er identisk med en enkelt Egenskab, men er en Resultant af flere Egenskaber, af hvilke den enkelte ikke har den samme Vægt ved alle Anvendelser. I forrige Afsnit er saaledes gjentagende fremhævet, at for et Kanonmaterial fordrer Strækbarheden det overveiende Hensyn, endog fremfor Fastheden, medens f. Ex. Maskin- og Bygningskonstruktioner, der er, om ikke det eneste, saa dog det væsentligste Feldt for dette forbedrede Rujern, paa forholdsvis faa Undtagelser nær fremforalt kræve en stor absolut og relativ Fasthed, da den høieste Udvikling af alle disse Egenskaber aldrig lader sig forene hos noget Slags Jern. Til at levere en sikker Kanon, der kan haandteres med den Grad af Tryghed, der overhovedet er forenelig med en saadan Gjenstand, som en Kanon, fordres en saadan Grad af Strækbarhed, som man ikke ordinært finder hos Rujernet. Denne Egenskab synes imidlertid ved Rujernet at faa endnu en særegen Betyd-

ning, som den ingenlunde i samme Grad har for de andre Jernvarieteter, og som det maa være tilladt at dvæle et Øjeblik ved.

Det forekommer mig nemlig, at man i det her paapegede Forhold, det ordinære Kanonrujerns Mangel paa Strækbarhed, ogsaa har Nøglen til den ellers høist forunderlige og tilsyneladende uforklarlige Omstændighed, at to Rujernkanoner, som ere arbeidede af nøiagtig samme Material, fra samme Smeltning, samme Støbning, afkjølede under aldeles lige Forholde o. s. v., oftere have vist en høist forskjellig Holdbarhed, idet den ene har udholdt stundom Tusinder af Skud, den anden derimod er sprunget efter ganske faa Skud. Ved Valget af Kanonjern har man nemlig hidtil i Hovedsagen støttet sig til den gamle Erfaringssats, som man ogsaa stedse er gaaet ud fra ved Rujernets Anvendelse i Maskin- og Bygningsfaget, at hverken det graa eller det hvide Rujern besidder den største Fasthed, men det halverede. Nu danner det halverede Rujern en meget omfattende Gruppe, og man har ganske vist ikke taget det fasteste Rujern, man kunde opdrive inden denne Gruppe, fordi Sprødheden isaafald endnu vilde blive for stærkt fremtrædende; man har ikke engang gaaet saa langt i denne Retning, som man i Regelen gjør ved Valget af Rujern for Maskinfaget, men er oftest bleven staaende ved et svagere halveret, et dunklere Rujern, end almindeligt for denne sidste Anvendelse, og Erfaring har noksom bekræftet Rigtigheden af saaledes at ofre endel af Fastheden af Hensyn til Sprødhedens skadelige Indflydelse for et Material, der skal modstaa Stød. Saalænge man imidlertid fremdeles gaar ud fra det halverede Rujern, som Repræsentanten for Maximum af Styrke inden Rujerngruppen, og kun fjerner sig mer eller mindre fra dette, eftersom Omstændighederne

byde, vil man dog altid faa et Produkt, hvor Strækbarheden er meget ringe og saaledes Grændsen for de tilladelige permanente Formforandringer forholdsvis meget snever, — hvor den sprøde Speiljernsubstants, Jernkarburet, eller dets Stedfortrædere, Jernets kemiske Forbindelser med Svovl, Fosfor eller Silicium, endnu er saa stærkt og saaledes repræsenteret, at Massen fremdeles, helt eller stykkevis, vil være sprød nok, til at en enkelt tilfældig Forstærkelse af de angribende Kræfter eller endog de ordinære Kræfter under uheldige Omstændigheder let kunne beskadige Kanonløbet og foraarsage en liden Spalte, og det er jo allerede mere, end nok; i denne Henseende spille rimeligvis de i Slutningen af første Afsnit kortelig berørte Prøveskud en ikke uvæsentlig Rolle. Er Løbet først beskadiget i en Rujernkanon, viser Erfaring, hvor snart det tager Overhaand; den angribende Kraft faar ligesom „en større Vægtstangs-arm at virke paa.“ For at kunne være tryk for en saadan tilfældig liden Beskadigelse, der sikkert og hurtigt fører til Kanonens Ødelæggelse, fordres et mere strækbart Material, og man har saaledes i denne Omstændighed atter en Bekræftelse paa, at et Material med stor absolut Fasthed vistnok kan give en stærk Kanon; men der vil altid ved en saadan klæbe en Usikkerhed, som kun en større Strækbarhed kan raade Bod paa. I denne Forbindelse kan det være af Interesse at minde om, at man i Finspång ved den Rodmanske Methode med Afkøling fra inden har forladt den tidligere anvendte Vandafkøling, fordi Løbet derved blev hårdet stærkere, end tjenligt var, og istedet indført en Luftafkøling; dette peger ubestridelig i samme Retning. At det ordinære Kanonrujern i Virkeligheden indeholder en temmelig anselig Mængde af det sprøde Jernkarburet, beviser ogsaa de Analyser, man har af Kanonrujern fra Tyskland, Sverige

og navnlig Amerika, hvor der er gjort mere omfattende Forsøg med Rujernets Anvendelighed til Kanoner, end noget Sted i Europa. Ved at gennemgaa disse finder man, at Mængden saavel af kemisk bundet Kulstof, som af Grafit stedse bevæger sig omkring 2 Procent med paafaldende smaa Variationer, dog saaledes at Mængden af kemisk bundet Kul i Regelen er lidt mindre, end af Grafit. Paa denne Maade synes det forstaaeligt, hvorledes to Rujernkanoner, der have alle mulige Betingelser for at være ganske lige i enhver Henseende, dog kunne vise en saa høist forskjellig Grad af Holdbarhed.

Ligesom vi tidligere have seet, at man i en større Udvikling af Strækbarheden har at søge Hjelpemidlet mod den ene Hovedanke mod Rujernet, dets Svaghed i Almindelighed ligeoverfor en voldsommere Krudtexplosion, sværere Ladninger, saaledes faar man i det her berørte Forhold en direkte Antydning af den Vei man har at følge for at modarbeide den anden Hovedanke mod Rujernkanoner, deres Lunefuldhed, deres Upaalidelighed i den Forstand, at af to Kanoner, der have alle Forudsætninger for at være ganske ens, kan den ene vise sig udmærket, den anden slet, uden at man er i Besiddelse af nogetsomhelst Middel til paa Forhaand at afgjøre dette; det er atter ved at sørge for en passende Udvikling af Strækbarheden. Man kan derfor visselig med fuld Sandhed sige, at det egentlige Kjernepunkt ved Spørgsmaalet om Rujernets Anvendelse til Kanoner ligger i Vanskeligheden ved at fjerne dette Materiales naturlige Sprødhed og tilveiebringe en saadan Grad af Strækbarhed, at man kan faa den rette Kombination af denne Egenskab med Fastheden. Man kan saaledes formentlig stille Spørgsmaalet om Rujernkanonernes Fremtid under en anden Form, —

hvorvidt det er muligt at meddele Rujernet en større Grad af Strækbarhed, end det ordinært besidder, uden at Fastheden lider derunder —. Det falder derfor ind under vor Opgave specielt at betragte, hvorledes de Behandlingsmaader af Rujernet, som man har til sin Disposition ved dets Forarbeidelse til Kanoner, stille sig med Hensyn paa Udviklingen af denne Egenskab.

Af alle Jernvarieteter besidder som sagt, Stangjernet den høieste Grad af Strækbarhed, og jo mere et Produkt nærmer sig til dette, desto mere udviklet maa derfor ogsaa denne Egenskab antages at være, hvad ogsaa Erfaring bekræfter. Da nu Rujernet er en mekanisk Blanding af metallisk Jern med Jernkarburet og Grafit i meget varierende Forhold, kan altsaa et saadant kun nærme sig Stangjernet derved, at den metalliske Substants bliver saa fremtrædende, som muligt, medens de to øvrige Blandingsdele træde saameget i Baggrunden, som muligt er, uden at Produktet taber Karakteren af Rujern. I Indledningen til forrige Afsnit have vi videre seet, at alt hvidt Rujern er en Blanding af metallisk Jern med Jernkarburet, hvor dog Grafiten aldrig mangler, og alt graat Jern væsentlig er en Blanding af metallisk Jern med Grafit, hvor dog heller ikke Jernkarburetet nogensinde mangler og stundom endog kan være tilstede i betydelig Mængde, — at altsaa snart den sprøde Speiljernsubstants, Jernkarburetet, er den overveiende Tilblanding til det metalliske Jern, snart igjen Grafiten. Da det nu efter det Foregaaende er en Hovedopgave ved Rujernets Anvendelse til Kanoner at reducere dette Materials naturlige Sprødhed til et Minimum, følger deraf direkte, at vi her fortrinsvis have at rette vor Opmærksomhed paa de Rujernvarieteter, hvor Jernkarburetet af Naturen er saa lidet fremtrædende, som muligt, og som altsaa

nærme sig mere til en Blanding af metallisk Jern med Grafit, men hvor man, som sagt, aldrig kan haabe at blive Jernkarburetet kvit, altsaa paa enkelte af de graa Rujernsorter. Imidlertid betinges et Rujerns Karakter ikke alene af, hvilken Blandingsdel der er fremherskende, eller i hvilken Mængde den forekommer, men ogsaa af den Maade, paa hvilken den optræder; navnlig er dette Tilfældet med Grafiten, der kan optræde yderst forskjelligartet, ligesom store Blade eller Skjæl til den fineste Fordeling. Det er allerede i sig selv klart og til Overflod bekræftes det ogsaa noksom af Erfaringen, at denne Grafitens forskjellige Optræden og Fordeling i Massen er af største Vigtighed for Produktets Fasthed. Naar den i alle Retninger skyder sig hen gennem Massen, som større Blade eller Skjæl, er det indlysende, at den i høi Grad maa skade den metalliske Masses Sammenhæng og Konsistens og betydelig forringe det hele Produkts Fasthed, medens den, naar den er fint og jævnt fordelt, vil skade Fastheden det mindst mulige, og under særegne Omstændigheder, maaske endog vil kunne gavne Produktet. Den endelige Opgave bliver altsaa at skaffe sig et Rujern, hvor den metalliske Blandingsdel er saa stærkt fremtrædende, som muligt, hvor det sprøde Jernkarburet er mindst muligt fremtrædende, saavidt det er foreneligt med Udviklingen af Produktets Fasthed, og hvor endelig Grafiten optræder paa en saadan Maade, at den bliver mindst skadelig for Fastheden, men dog i saadan Mængde, at Produktet beholder Karakteren af et Rujern, om ikke i Udseende, saa dog med Hensyn paa Smeltbarhed.

Spørger man dernæst, om man vil være istand til at tilvejebringe et saadant Rujern ved de Methoder, vi hidtil

have behandlet, saa kan dette vistnok ikke besvares beneg-
tende, idet navnlig Omsmeltningen i denne Henseende
vil kunne være et meget virksomt Middel; men vanskeligt
vil det under alle Omstændigheder være og i mange Tilfæl-
der absolut umuligt. Gaar man nemlig ud fra et grafitisk
Rujern, hvor Jernkarburetet er svagt repræsenteret, vil man
vistnok ved en passende Omsmeltning faa endel Grafit for-
brændt og ved en passende Afkøling faa det resterende
udskilt paa en for Produktets Fasthed gunstig Maade; man
vil endvidere kunne faa endel af det kemisk bundne Kul-
stof udskilt, som Grafit; men, da dette efter de Erfaringer,
man hidtil har erhvervet om en Omsmeltnings Natur, og
som tidligere ere berørte, kun kan ske derved, at der sam-
tidig optages Ækvivalenter for Kulstoffet, enten Svovl eller
Fosfor eller Silicium, saa er derved i Virkeligheden intet
vundet; thi en Iblanding af Svovljern, Fosforjern eller Sili-
ciumjern vil med Hensyn paa Produktets fysikalske Egen-
skaber (her dets Sprødhed og Strækbarhed) forholde sig
ganske som Jernkarburetet, om ikke deres Virkninger ere
endnu mere fremtrædende. Inidlertid lader det sig visselig
ikke benegte, at man ved en hensigtsmæssig Behandling
kan drive et for dette specielle Tilfælde med Omhu valgt
Rujern mer eller mindre henimod de Betingelser, som oven-
for ere opstillede for et tjenligt Kanonjern. Vi skulle all-
igevel ikke opholde os ved dette, fordi man besidder en
ulige simple og mere virksom Methode for at fremkalde
disse Betingelser, nemlig **en Sammensmeltning af et passende
Rujern med en vis Mængde Stangjern**, — en Methode, der al-
mindelig gaar under Navn af den stirlingske. Det bli-
ver nødvendigt at dvæle et Øjeblik ved denne Methode og
de deraf erholdte Produkter, fordi jeg ganske specielt skal
tillade mig at henlede Opmærksomheden paa, at dette Pro-

dukt, der, tildels ogsaa hertillands, synes at være undervurderet, virkelig er i Besiddelse af Egenskaber, der i usædvanlig Grad synes at gjøre det egnet til Kanonmaterial fremfor noget andet Rujern.

Allerede Aar 1848 tog John Morries Stirling i England Patent paa flere Metoder til at forbedre det almindelige Støbejern ved Tilsætning af forskellige Stoffe; men, saavidt vides, var det først 1855, har specielt patenterede den her nævnte Methode at sammensmelte Rujernet med en efter dettes Natur varierende Mængde Stangjern, Dreiespaan eller gammelt Affaldsjern. Det herved vundne Produkt (Stirling's patent toughened pig (cast iron), der baade i Udseende og Egenskaber er væsentligt forskjelligt fra det behandlede Rujern, blev efterhaanden underkastet omfattende Forsøg fra flere Kanter og blev fundet at besidde betydelige Fortrin i enkelte Retninger fremfor det almindelige Rujern.

Stirling selv antog dengang, at der ved denne Tilsætning af Stangjern til Rujernet indtraadte en kemisk Virkning, et Slags Cementering, idet Jernet optog Kulstof. At dette imidlertid ikke kan forholde sig saaledes, men at det tilsatte metalliske Jern, ialfald i det Væsentlige, ogsaa i Produktet vil vedblive at existere som saadant, tør det være overflødigt at argumentere videre efter det Standpunkt, til hvilket de senere Aars Studier af Rujernet og navnlig de mikroskopiske Undersøgelser have bragt Kjendskabet til dette Material, og som ogsaa i disse Linier kortelig er udviklet. Kan der nemlig i et ordinært Rujern existere metallisk Jern ved Siden af Grafit, hvilket maa ansees fuldstændig bevist, saa er der selvfølgelig heller ingensomhelst Grund til at antage, at det tilsatte Jern skulde forholde sig anderledes. Virkningen af en direkte Tilsætning af

Stangjern til et Rujern bliver saaledes simpelthen denne, at Procentmængden af den metalliske Blandingsdel i Rujernet forøges, af Jernkarburet og Grafit derimod forringes i Forhold; for Grafitens Vedkommende vil man kunne opnaa en yderligere Forringelse derved, at endel Grafit vil kunne forbrændes, om saadant behøves, under selve den eller rettere de Omsmeltninger, hvorved Blandingen iværksættes. Naar man dertil erindrer, at et Rujerns Fasthed for en temmelig væsentlig Del ikke alene er afhængig af Grafitens Mængde, men ogsaa af dens Optræden og Fordeling i Massen, hvilket igjen bestemmes af den Temperatur, der hersker i Smelteapparatet, og af Afkølingsforholdene, saa ser man, at man ved denne Methode saaledes, som ved ingen anden, har det i sin Magt at regulere det indbyrdes Forhold af Rujernets tre Blandingsdele, der bestemmer Produktets hele Karakter og Habitus; specielt vil man ved denne Methode, især naar man gaar ud fra et passende Rujern, være istand til at trænge det sprøde Jernkarburet noget tilbage og til at forøge den metalliske Blandingsdel og dermed Produktets Strækbarhed, — Alt, som vi skulle se, uden at forringe dets absolute og relative Fasthed. Hensynet til Produktets Smeltbarhed sætter dog for denne Tilblanding af Stangjern en Grændse, som man vel maa vogte sig for at overskride; thi det er naturligvis en Hovedbetingelse for Produktets Brugbarhed, at det ved Siden af de nye Egenskaber, det paa denne Maade erhverver, endnu med Hensyn paa Smeltbarhed kan stille sig i Rujernets Række, — at det endnu er saavidt kulstofholdigt (især Grafit), at det kan smeltes omtrent lige-saa let, som det graa Rujern. Overskrides denne Grændse i nogen væsentlig Grad, taber Produktet næsten hele sit Værd, da det isaafald, naar Smeltningen skulde frembyde

særegne Vanskeligheder, i de fleste Tilfælde vilde være fordelagtigere med engang at tage Skridtet fuldt ud og anvende et virkeligt Staal; thi Stirlings Methode arbejder jo henimod Overgangen til det bløde Staal.

Det fremgaar altsaa af selve Methoden, at Stirlingmetallet stedse vil være et mere strækbart Material, end noget Slags Rujern, hvilket forøvrigt allerede antydes ved selve det Navn (toughened cast iron), som Produktet erholdt fra første Stund. Det næste Spørgsmaal bliver derfor, hvorledes dette Produkt stiller sig med Hensyn paa Fastheden og her foreligge meget omfattende Forsøg af Hodgkinson, Fairbairn, Stirling, Rennie, Owen o. fl., der alle stemme meget nært overens, og af hvilke vi her eksempelvis blot skulle anføre nogle enkelte. Skotske Forsøg med Dundyvanjern i Barrer af 1" Kvadrat og med en Afstand af 2' 3" mellem Underlagene gav for:

No. 1 en Brudbelastning af 860 \mathcal{H} , for No. 2 — 926 \mathcal{H}

Do. med 32 % Smedejern 1,434 \mathcal{H} , for

No. 2 med 29 % 1,419 \mathcal{H} .

Af Hodgkinsons Experimenter kan hidsættes følgende:

Barrer 2" i Kvadrat gav:

af Rujern forstærket med 20 % Stangjern

en rel. Fasthed = 2,174 \mathcal{H}

- Warrington, bedste Kanon-

blanding = 1,375 \mathcal{H}

- Low Moor No. 1 = 1,207 \mathcal{H}

- Blænavon No. 1 = 1,220 \mathcal{H} .

Blandt de talrige Forsøg, som Owen udførte i Opdrag fra det engelske Admiralitet, kan mærkes:

Bærebjelker af Staffordshire-jern med omtrent 16 % Stangjern gav en Brudbelastning af $50\frac{1}{2}$ — $51\frac{1}{2}$ Tons, me-

dens nøiagtig ligedanne Bjelker af mange forskjellige Rujernblandinger blot gav en midlere Brudbelastning af $33\frac{1}{4}$ Tons, altsaa en Forhøielse for Stirlingmetallet af omtr. 55% .

En anden Forsøgsrække gav for Stirlings Blanding en midlere Værdi af 52,3 Tons, og for Blandinger af alm. Rujernsorter 38,3 Tons, altsaa et Overskud af omtr. 36% for det første.

Det var let at opregne endnu flere Experimenter, men det Anførte tør være tilstrækkeligt til at godtgjøre, at det er saa langt fra, at man ved Stirlingmetallet, ligesom ved de almindelige halverede Rujernsorter, for at tilveiebringe den Strækbarhed, der er karakteristisk for Produktet, nødes til at gjøre noget Offer med Hensyn paa Fastheden, at tvertom Stirling's Methode meddeler Produktet en Fasthed ikke alene større, end det til Blandingen benyttede Rujern for sig besidder, men i Regelen ogsaa større, end Fastheden hos nogetsomhelst, selv det aller fasteste halverede Rujern. Det er imidlertid allerede i sig selv klart, hvad ogsaa de ovenfor refererede Experimenter tildels antyde, at en Tilsætning af Stangjern ikke for alle Rujernvarieteter vil medføre den samme Forøgelse i Fasthed, procentvis regnet, men at dette væsentlig vil afhænge af det anvendte Rujerns Natur, ligesom det ogsaa siger sig selv, at man med Hensyn paa Mængden af det tilsatte Stangjern faar gaa forsøgsvis frem, idet man samtidig aldrig taber Produktets Smeltbarhed af Sigte.

Vi komme dernæst til det tredie Punkt, Prisspørgsmaalet. Da der intet er iveien for at benytte som Tilsætning, Affaldsjern, Stangjernfragmenter, Dreie- og Høylespaan, kort allehaande saadanne Sager, som ikke have synderligt større Værd, end det Rujern, man benytter, saa ser man let, at Methoden vil falde meget billig, uagtet man, som vi strax skulle se, stedse maa regne to Omsmeltninger

af Produktet, inden det støbes. Forøgelsen i Omkostninger reducerer sig saaledes væsentlig til een Omsmeltning, hvilket allerede i sig selv er lidet; men vistnok tør ansees som forsvindende, naar det gjelder saadanne Artikler, som Kanoner. De Omkostninger, som herved paaføres Produktet, afhænge naturligvis af Stedsforholdene; men som en Regel ville de vistnok vanskelig kunne løbe høiere op, end til $\frac{1}{2}$ -1 pr. \mathcal{R} . Hvad endelig Haardheden angaar, saa ligger det nært at frygte for, at Stirlingmetallet med dets fremherskende metalliske Blandingsdel vil være for blødt til riflet Skyts; men i denne Henseende kan for det Første bemærkes, at det anføres at være haardere, end det ordinære Stangjern, hvilket vistnok ogsaa er sandsynligt i Betragtning af de øvrige Iblandinger, som det indeslutter; dernæst vil man ganske vist ogsaa ved Afkølingsmaaden i nogen Grad kunne forøge dets naturlige Haardhed. Videre anføres Bruddet at være temmelig tæt, men taggigt, naar Produktet er vellykket.

De betydelige Forbedringer ved Rujernet, som vitterlig ere forbundne med Stirlings Methode, have naturligvis sikret den en stor Anerkjendelse og Udbredelse baade i England, Frankrig og tildels Tyskland, og det hænder nu for Tiden ikke sjældent, at Konsumenter, som kjende dette Produkt, ved Bestillinger hos Jernstøberier specielt forlange den Stirlingske Blanding. Imidlertid er det dog ogsaa et Faktum, at Metoden fremdeles har adskillige Modstandere, og maaske ikke mindst i Opfindelsens eget Fædreland; da denne Omstændighed her, som oftere ellers, er benyttet til at mistænkeliggjøre den hele Sag, uden at man har gjort den nødvendige Skjelnen mellem forskjelligartede Anvendelser, tør det neppe ansees overflødigt i Korthed at betragte noget

nærmere de Indvendinger, som ere gjorte mod Stirlingmetallet.

Den væsentligste Anke mod det er dets Ujevnhed, da det tilsatte Stangjern ikke med Lethed blander sig jævnt med Rujernmassen. Denne Ulempe maatte man allerede paa Forhaand vente; thi den viser sig allerede ved Sammensmeltningen af forskellige Rujernsorter. Naar man bringer sammen to mere fjerntstaaende Varieteter, t. Ex. et temmelig graat og et aldeles lyst Rujern, saa er det ingenlunde sjældent, at dette sidste udsondrer sig i smaa Knoller eller Nødder, som i høi Grad vanskeliggjøre Støbegodsets senere Behandling paa Dreiebænk og lignende, og ved sin Haardhed ødelægge Redskaberne. Det er derfor ganske naturligt, at Blandingen af rent Stangjern med et graat Rujern vil medføre nogen Vanskelighed, netop fordi Produktet er en simpel mekanisk Blanding, og der ikke resulterer nogen kemisk Forbindelse. Hvor hensigtsmæssig man end arrangerer sig, kan man derfor aldrig gjøre Regning paa at faa et homogent Produkt ved en enkelt Omsmeltning; underkaster man derimod den saaledes erholdte Masse en fornyet Omsmeltning, saa faar man et Produkt, som kan tilfredsstille alle rimelige Fordringer paa Homogenitet; deri synes Alle at stemme overens, som selv have forsøgt Tingene. De Indvendinger mod Stirlings Methode, der ere hentedede fra denne Side, have saaledes intet at betyde i alle de Tilfælder, hvor de forøgede Omkostninger ved en gentagen Omsmeltning ikke blive særdeles følelige, og dette maa under alle Omstændigheder gjælde for Kanoner.

Der er ogsaa reist andre Indvendinger mod denne Methode, som dog ikke ramme Produktets Anvendelse til Kanoner, men kun dets Tjenlighed i det almindelige Støberi. For dog, saavidt muligt, intet at forbigaa, som kunde synes

at tale mod Sagen, skulle vi i Korthed gjengive nogle Udtalelser af en Autoritet inden Støberifaget, Franskmanden Guettier, der idetmindste ikke kan betegnes som nogen Velynder af Stirlings Methode. Han benægter naturligvis ikke Stirlingmetallets Fortrin i Strækbarhed og Fasthed; men i sit Værk, „De l'emploi de la fonte de fer dans les constructions“ fremhæver han, at der fra andre Sider stille sig overveiende Vanskeligheder ved at indføre det i det almindelige Støberi, og siger, at det navnlig ikke er bevist, at dette Jern kan anvendes til finere, smekrere Støbesager af større Udstrækning eller af kompliceret Form, fordi der hertil kræves et tyndflydende, fuldkommen rent og homogent Material; ved Tilsætning af Stangjern vil derimod Massen blive tungsmeltelig, tykflydende og ofte uren. Han antager derfor, at dette Produkt kun kan anvendes med Fordel ved Artikler af større Dimensioner i alle Retninger. Guettier mener videre, at, ligesom Stirlings Methode er opfundet for og først er anvendt ved de graa, meget grafitiske, engelske og navnlig skotske Rujernsorter, saaledes hører den væsentlig kun hjemme ved disse og dermed analoge Varieteter. For at forbedre lysere eller hvide Rujernsorter, anser han derimod baade tjenligere og simplere at anvende en Tilblanding i smaa Kvantiteter af det overalt let tilgængelige, stærkt grafitiske skotske eller dermed analogt Rujern, hvilket utvivlsomt ogsaa har sin Rigtighed. Man ser saaledes, at alle disse Indvendinger mod Stirlingmetallet — og flere vides ikke at være gjorte —, nærmest vedrøre det ordinære Støberi og dernæst enkelte Grene af Maskin- og Bygningsfaget, og at den eneste, som kan ramme dets Anvendelse til Kanonmaterial, er Mangelen paa Homogenitet, hvilket man, som nævnt, fuldstændig har i sin Magt at raade Bod paa ved en gjentagen Omsmelting.

I teknisk Henseende er der saaledes ingen Vanskeligheder at tale om, medens Produktets Egenskaber i ganske særlig Grad synes at pege hen paa Kanontilvirkningen.

Ved Bedømmelsen af et Material faar man nemlig baade først og sidst skjelne strengt mellem de forskellige Anvendelser, da det naturligvis er ligesaa meningsløst at forlange, at et og samme Material skal være ligegodt til ethvert Brug, som at ville gjøre de samme Fordringer gjeldende i alle Tilfælder. Hvad en Undladelse i denne Henseende kan føre til, vil Staalet kunne fortælle tilstrækkeligt om. Ser man hen til det simple, ordinære Støberi, og tildels endog naar man tager Hensyn til Jernstøberiets Arbeide i Maskin- og Bygningsfagets Tjeneste, ville de Tilfælder, hvor Stirlingmetallets karakteristiske Egenskaber, dets Strækbarhed i Forbindelse med en betydelig Fasthed, kunne komme til sin fulde Ret, blive blotte Undtagelser og ingeniør Regelen. Efter de forudgaaende Betragtninger over de Krav, som maa stilles til et Kanonmaterial, indsees derimod ikke rettere, end at Stirlingmetallet netop som Kanonmaterial maa være paa sin rette Plads, og at det til denne Anvendelse maa besidde et ubetinget Fortrin fremfor noget andet Kanonrujern. At man ved en hensigtsmæssig Anvendelse af Stirlings Methode maa kunne skaffe sig Støbejernkanoner, der baade ere stærkere og paalideligere, end de almindelige Rujernkanoner, tør man vel saa temmelig sikkert kunne forudsige; derimod vilde det naturligvis være Daarskab paa Forhaand, uden foregaaende Experiment, at ville udtale nogen Formodning om, hvorlangt man i denne Henseende kan drive det, og specielt hvorlangt man med Hensyn paa Styrke og Paalidelighed kan nærme sig til Staalkanoner. Kun Forsøg med Kanoner, arbeidede efter Stirlings Methode, ville kunne afgjøre dette, og saadanne Forsøg ere efter alt ganske

vist Omkostningerne og Møien fuldt værd; kun faar man erindre, at, man ikke kan haabe med engang at træffe det rette Blandingsforhold for den Rujernsort, man anvender, og at man aldrig maa undlade at anvende en dobbelt Omsmeltning, hvilket er en *conditio sine qua non*. Saavidt mig bekjendt, ere saadanne Forsøg intetsteds foretagne for Alvor, og det tør vel hænde, at en forudfattet Mening her atter har havt sin Haand med i Spillet. Af det norske Artilleris Aarsberetning for 1866 sees, at der fra et svensk Støberi en bleven skjænket Artilleriet en Prøvekanon, der i Hovedtrækkene er arbeidet overensstemmende med det her omhandlede Princip, men det synes tillige at fremgaa, at denne er bleven henlagt uden noget-somhelst Forsøg. Saafremt denne Lewenhauptske Kanon ikke er et Produkt fra en dobbelt Omsmeltning, vil den imidlertid ikke være nogen fuldgyldig Repræsentant for Kanoner af Stirlingmetal, og desuden — af en enkelt Kanon kan naturligvis intet sluttes, isærdeleshed naar, som her, det rette Blandingsforhold er alt.

Vi have her for Rujernets Vedkommende besvaret det første af de Hovedspørgsmaal, som bleve opstillede i Begyndelsen af dette Afsnit, — hvorvidt den Behandlingsmaade, som Forarbeidelsen til Kanoner vil medføre eller tillader, er egnet til at forandre Materialets Egenskaber og i hvilken Grad —, og, som vi have seet, stiller Rujernet sig i denne Henseende ulige fordelagtigere, end nogen anden Jernvarietet, og tilbyder ulige flere og virksommere Hjælpe-midler. Vi komme dernæst til det andet Spørgsmaal, hvorvidt den Tilvirknings- eller Arbeidsmaade, som den enkelte Jernvarietet kræver, naar den skal anvendes til Kanoner, frembyder Midler til at forøge Kanonens Styrke, uanseet Forbedringer ved selve Materialets Egenskaber og i Kon-

struktion. Ogsaa i denne Henseende har Rujernet et Fortrin fremfor Stangjern og Staal, fordi Anvendelsen af den Rodmanske Afkølingsmethode netop ved Rujernet er lettest at gennemføre, hvortil kommer Synkhovedet og desuden de andre Afkølingsforholde, der ere fælleds for Staal og Rujern.

Ligesiden den første Rodmankanon blev støbt, den 4de August 1849, har Methoden gjort sin Runde næsten i alle Lande, hvor Kanonstøberiet er drevet, og er bleven baade diskuteret og praktiseret i saadan Udstrækning, at den maa ansees tilfulde bekjendt baade i Princip og i dens praktiske Gjennemførelse, og, uagtet den ganske vist har sine Mangler, ere dog paa den anden Side de Fordele, den yder, saa almindelig anerkjendte og saa ubestridelige, at det tør ansees overflødigt at dvæle yderligere ved den. Vi skulle derfor her indskrænke os til en enkelt Bemærkning, der vedrører et Forhold, som tidligere er antydet. Det er klart, at, dersom Rodman's Methode fuldstændig skulde opfylde sit Øjemed med Hensyn paa Rujernets Svinden og de deraf følgende Tensioner i Massen, maatte Afkølingen udelukkende ske indenfra og alt Varmetab udad forebygges. Et saadant Forhold kan naturligvis aldrig tilveiebringes i Praxis, og det tør være et Spørgsmaal, om der ikke selv for Bestræbelserne efter at nærme sig dette Forhold, stiller sig en Grændse, som forøvrigt ikke er let at bestemme, idet de smeltede Jernmasser ved Støbningen af sværere Kanoner allerede i sig selv ere saa betydelige, at en paa kunstig Maade yderligere forhalet Afkøling i mange Tilfælder visselig vil indvirke skadeligt paa Materialets Egenskaber, hvis Interesser saaledes komme i Kollision med Kanonens Styrkeforholde. I Virkeligheden vil derfor Kanonmassen ved Rodmans Methode stedse samtidig afkjøles baade fra inden og fra uden, og som Følge deraf ville de ydre Partier vise de ugunstige

Tensionsforholde, der altid ere forbundne med den ordinære Afkølingsmaade, de indre Partier ville vise de for Kanonens Styrke eftertragtede Tensioner, eller de ville, som Rodman selv antyder, idetmindste være befriede for enhver Slags Tensioner, og i Midten vil der i bedste Fald findes et neutralt Skikt; men, da isaafald Svindingen og Sugningen vil optræde med deres fulde Styrke, kun at Stedet for deres Virksomhed er forlagt længere ud fra Axen, saa vil dette midlere Parti, der afkøles sidst af Alt, oftest vise et mindre tæt og fast, et porøsere Material, og stundom vil der endog fremtræde fuldstændige Hulrum, hvilket de amerikanske Reports ogsaa levere Exempler paa, og dette Parti maa vel antages at være lidet skikket til at bidrage til Kanonens Styrke, ialfald ikke i Forhold til dets Beliggenhed i Kanonmassen, der naturligvis beror paa de specielle Afkølingsforholde, men dog stedse vil være længere inde i Massen, end ønskeligt for Kanonens Styrke. Tiltrods for disse særdeles væsentlige Mangler, har man dog, som sagt de uimodsigeligste Beviser for, at Rodman's Methode i høi Grad bidrager til at styrke Kanonen. Overgangen fra Vandafkøling til Luftafkøling gennem det centralt stillede Rør i Støbeformen er tidligere berørt, og de Slutninger, som deraf kunne uddrages, paa samme Sted antydede.

Forøvrigt siger det sig selv, at man væsentligst paa Grund af, at Rujernets Smeltepunkt ligger saa meget lavere, nødvendigvis maa kunne gjøre Regning paa, ved Hjælp af Synkhoved og Rodman's Methode, langt fuldstændigere at kunne modarbeide de for Kanonens Styrke saa overordentlig skadelige Virkninger af Svindingen og Sugningen, end det vil kunne ske ved Staalet, selv om det ogsaa i og for sig maatte vise sig fordelagtigt at anvende den Rodmanske

Afkølingsmethode ved større Støbestaalkanoner, hvilket, saavidt mig bekendt, ialfald endnu ikke er bevist.

IV.

Resumé.

Med Forbigaaelse af et og andet Moment, som man maaske er vant til at se knyttet til Behandlingen af Kanonmaterialerne, men som her er antaget dels uden Skade at kunne, dels ligefrem at burde udelades, have vi i det Foregaaende forsøgt kortelig at skildre de forskjellige Jernvarieteters Egenskaber i Almindelighed og deres Eiendommeligheder under Bearbejdelsen, — alt med stadigt Henblik paa deres Anvendelse til Kanoner, og sidst have vi dvælet ved et Punkt, som har været et af Hovedøiemedene med disse Linier (Stirlingmetallet). Naar vi saa tilslut skulle resumere Hovedresultaterne fra de foregaaende Betragtninger, kunne vi forsøge at gjøre dette under Formen af en skizzeret Sammenligning mellem de vigtigste Kanonsystemer. Læseren maa dog ingenlunde vente paa langt nær at finde noget Forsøg til en indgaaende Kritik over de forskjellige Systemer; baade ligger dette udenfor en Afhandling om Kanonmaterialerne, som saadanne, og dertil vilde desuden fordres en militær Indsigt og Erfaring, som Forf. af disse Linier naturligvis ganske mangler. Her kan kun være Tale om fra et væsentligt teknisk Standpunkt at forsøge paa at bedømme de almindeligste Systemer i deres Hovedtræk efter de dertil benyttede Materialer og den Maade, paa hvilken disse ere anvendte, idet vi gaa ud fra de foregaaende Betragtninger og de derved vundne Resultater, som vort Grundlag. Dette er ganske vist kun den

ene Side af Sagen, men dog unegtelig en særdeles væsentlig Side.

I Spidsen for det Hele maa vi atter stille den Egen-
skab, der er mest uundværlig for et Material, der skal kunne
yde en sikret Modstand mod Stød, — Strækbarheden,
og derhos minde om at denne Fordring kun kan fyldest-
gjøres af et mer eller mindre stangjernagtigt Produkt, uden
at vi dog paa dette Sted skulle dvæle udførligere ved den.
Betragter man dernæst de enkelte Jernvarietetets Forhold
ligeoverfor Varmetensionerne, saa ville disse afhænge
af Udstraalingsevnen, der har Indflydelse paa Størrelsen af
Temperaturdifferenten mellem de ydre og indre Partier,
og i denne Henseende ville vistnok de forskjellige Jernva-
rieteter være noget ulige stillede; men selv om denne Ulig-
hed var større, end den i Virkeligheden er, maa dog erin-
dres, at dette kun er en enkelt af de Faktorer, der tilsam-
men bestemme Varmefordelingen, og at de øvrige, Lednings-
evnen og Forholdet mellem den udstraalende og den Var-
men optagende Flade, hvilket ved Kanoner altid vil være
særdeles stort, utvivlsomt maa tillægges en overveiende Be-
tydning, og det kan saaledes neppe antages berettiget at
ville forudsætte en stærkere Udvikling af Varmetensionerne
i en Kanon af en Jernvarietet, end af en anden. Det samme
gjelder i det Væsentlige formentlig ogsaa med Hensyn paa
Vibrationerne. Det er vistnok ikke usandsynligt, at Ru-
jern, Staal og Stangjern ikke ville forholde sig fuldkommen
ens ligeoverfor heftige Vibrationer; men saa dunkel som
disses Virkemaade endnu maa siges at være, og saa faa
paalidelige Fakta, som der i dette Stykke foreligger, er
man, saavidt skjønnes, heller ikke i denne Henseende beret-
tiget til at etablere nogen Gradsforskjel mellem de enkelte

Jernvarieteteter. I begge disse Henseender vil derimod Kanonernes Konstruktion eller Bygning faa megen Betydning.

Hvad først de longitudinale Varmetensioner angaar (om de tangentielle kan her neppe blive Tale), saa er det klart, at, naar Kanonen er sammensat af koncentriske Ringe eller Cylindre, saa ville disse, hvor fast end Forbindelsen er, dog stedse besidde saamegen Bevægelighed efter Længderetningen, at de indre, stærkest ophedede og saaledes ogsaa stærkest udvidede Dele kunne skyde sig temmelig frit henunder de ydre, og, naar ikke de enkelte Dele besidde nogen betydeligere Tykkelse, vil der saaledes ikke kunne blive Tale om nogen Anstrengelse for Kanonlegemet, der kan sammenlignes med, hvad en massiv Kanonmasse i denne Henseende har at bære. Dette er et stort Fortrin ved de sammensatte Kanoner, men, som vi skulle se, er det ogsaa, snart sagt, den eneste virkelige Fordel i praktisk Henseende, som man kan paapege hos disse; for en theoretisk Betragtning staa de naturligvis langt høiere, end de andre, men derom nedenfor.

Gaa vi dernæst til Vibrationerne, saa vil, som allerede antydnet under første Afsnit, Konstruktionen her gjøre sig stærkt gjeldende, idet en af flere Dele opbygget Kanon vil lide langt stærkere under de voldsomme Rystelser og Vibrationer, som en Kanon er udsat for, end en kompakt Masse, og disse Kræfter ere stedse saa betydelige, at dette bliver et meget væsentligt Moment. Forbindelsen mellem de enkelte Led kan være saa god, den være vil, saa vil den dog ufravigelig efterhaanden angribes af disse Rystelser og svækkes. Dertil kommer endnu de skadelige Indflydelser paa selve Materialet og endelig den Omstændighed, at næsten alle opbyggede Kanoner i høiere eller mindre Grad ville have store og pludselige Overgange i Dimensionerne, hvilket

som tidligere berørt, yderligere begunstiger Vibrationernes skadelige Indflydelse.

Saagodtsom alle sammensatte Kanoner ere baserede paa et af de to førnævnte Hovedprincipper, Initialtensioner eller Materialer med aftagende Elasticitet, eller paa begge samtidig; som de vigtigste af denne Slags Kanoner maa formentlig nævnes Armstrong's (Withworth's), Blakely's, Palliser's og Frazer's, og man bør maaske herunder ogsaa henregne Parrot's Kanon.

Hvad for det Første Armstrongkanonerne angaar, saa er det en temmelig almindelig Dom om disse, at de ere meget stærke tangentialt, men svage efter Længderetningen, og i denne Henseende behøver man kun at henvise til den Omstændighed, at Bundskruen saa hyppig drives ud ved Skydningen. Her er muligens den longitudinale Udvidelse af de indre Rør ved Varmen ikke uden Skyld paa Grund af den Form, som denne Udvidelse efter Kanonens specielle Konstruktionsforholde maa antage. Imidlertid kan Armstrongkanonens tangential Styrke, der theoretisk er større, end hos nogen anden Kanon, neppe heller ansees for at være saa aldeles afgjort og utvivlsom en Sag; fremforalt faar man nemlig her gjøre sig Rede for Indflydelsen af Stangjernets Strækbarhed paa Initialtensionernes Varighed, hvilket allerede i forrige Afsnit er omhandlet noget udførligere. Vil man forsøge upartisk at klare for sig dette Spørgsmaal, der, som man ser, berører Kjernepunktet ved Armstrongs Princip, kan man, saavidt skjønnes, umuligt benegte, at man her har for sig et meget svagt Punkt. Naar Arbeidet er udført med tilstrækkelig Præcision, kan der ganske vist ikke være Tvivl om, at disse Initialtensioner, paa hvilke alt beror, virkelig ville være tilstede og styrke Kanonen gennem en vis Tid, idet de virke komprimerende

paa de indre Dele, og det kan maaske anføres som et Bevis i denne Retning, at der ikke mangler Exempler paa, at ogsaa en ydre Ring stundom er sprunget paa Armstrongkanonen; men det kan vel paa den anden Side heller ikke være Tvivl underkastet, at man kun kan gjøre Regning paa den fulde Effekt af Initialtensionerne, medens Kanonen er forholdsvis ny. Under den stadige Paavirkning af saa betydelige Tensioner især i Forbindelse med det intermitterende Angreb af Sprængkraften fra Krudtexplosionen vil Stangjernet med Nødvendighed efterhaanden strækkes. Det synes temmelig indlysende, at, dersom Tensionerne skulle være stærke nok til at virke komprimerende paa de indre Ringe, og detmaa de, naar de skulle have nogen Effekt, saa ere de eo ipso stærke nok til at fremkalde en Strækning hos den komprimerende Ring selv (cfr. Stangjernets Modstand mod Strækning og Kompression ved Elasticitetsgrænsen), og omvendt — dersom Tensionerne ikke ere stærke nok til hidføre en Strækning i den ydre Ring, saa ere de heller ikke tilstrækkelige til at komprimere den indre Ring og derved bidrage til at styrke den hele Konstruktion; disse to Virkninger hænge paa det nøieste sammen. Denne Strækning er naturligvis ikke jevn, men bliver efterhaanden svagere og svagere, eftersom Tensionerne ved de forudgaaende Strækninger slappes, men Effekten af Initialtensionerne vil dog Tid efter Tid ufravigelig aftage, indtil man nærmer sig et Punkt, hvor den ved Ringenes Udvidelse foraarsagede Forandring i Forholdene endnu fuldstændig unddrager sig Øjet, men hvor Ringene desuagtet staa paa Spranget til at gaa over fra en for Kanonens Styrke virksom Kompression til at blive et blot og bart Sikkerhedsbelæg for den ødelæg-

gende Virkning af en Sprængning af de indre Dele. Ydergrænsen for denne Slappelse har man, naar Ringene formelig løsne, hvilket man, som bekjendt, ogsaa har Exemppler paa, og det endog i den Grad, at Fænghullet kan stoppes ved, at Ringene skyde sig over hinanden, naar ikke særegne Foranstaltninger hindre dette.

Diskussionen om Armstrongkanonerens Værd bliver saaledes nærmest et ret og slet Tidsspørgsmaal, til hvis Besvarelse man imidlertid, saavidt vides, endnu ikke har de nødvendige Data, som kun Erfaringen efterhaanden kan skaffe tilveie, naar man specielt har sin Opmærksomhed rettet paa dette Punkt. For Øjeblikket kan man maaske ikke komme Tingen nærmere, end at man blot kan vide, at der efterhaanden vil indtræde en Slappelse i Tensionerne, og at der i denne Henseende vil være en betydelig Forskjel mellem nyere og ældre, brugte Kanoner.

Man finder, som oftest, fremhævet som et særdeles vægtigt Argument til Gunst for Armstrongkanonerne, at der med disse endnu ikke er skeet en eneste alvorlig Ulykke ved Sprængning. Dette er selvfølgelig et stort Gode i Krig, som i Fred, uagtet det dog muligens kunde tænkes, at man vilde være tilbøielig til i Fredstjenesten at accentuere denne Side af Sagen forholdsvis meget stærkt. Men denne Fordel skyldes klarligen ikke Kanonens Princip, Initialtensionerne, men derimod selve Materialet, den Omstændighed, at man anvender Stangjern, saaledes at de ydre Ringbelæg, ogsaa efterat Tensionerne ere slappede, og da maaske endog mere, end før, under alle Omstændigheder ville vedblive at yde en særdeles virksom Beskyttelse for Betjeningen ved en Sprængning af de indre Dele; i og for sig var der altsaa intet iveien for, at det

samme Sikkerhedsbelæg ogsaa kunde gives andre Kanoner, hvor man ikke i denne Henseende møder andre Vanskeligheder, f. Ex. Forøgelsen i Vægt eller Forrykkelsen i Vægtforholdene.

Som en anden Fordel ved Armstrongs Kanoner fremhæves den Omstændighed, at, fordi de ere sammensatte af flere selvstændige Konstruktionsdele, vil der, som oftest, være Adgang til at reparere en beskadiget Kanon, saa at man ved at erstatte et enkelt Led i Konstruktionen atter kan bringe den i arbejdsdygtig Stand. Dette kunde visse- lig være godt nok, naar det blot ikke vilde gaa for ofte paa. Ved Kanoner, hvis Hovedopgave det er i et givet Øjeblik, naar det netop gjelder, at præstere et vist Arbeide, vil dog, saavidt skjønnes, denne Omstændighed stedse blot kunne faa et underordnet Værd, thi med Hensyn paa Effekt er vel under saadanne Omstændigheder en beskadiget Armstrongkanon og en hvilkensomhelst sprængt Kanon omtrent lige gode. Desuden siger det sig selv, at, selv om man ser bort herfra, saa kan denne Adgang til Reparationer ikke have ligestort Værd under alle Forholde, og at den vil faa saameget mindre Betydning, naar Afstandene til vedkommende Værksted ere store, og Transporten besværlig, og allermindst har man vel Lov til at fæste sig derved i et Land, hvor man enten aldeles ikke eller kun med uforholdsmæssige Omkostninger kan reparere Armstrongkanoner af svært Kaliber, hvilket tør antages at ville blive Tilfældet, hvor man ikke arbejder dem fra nyt af; thi baade Arbeidets Godhed og Prisen vil netop ved denne Konstruktion i høi Grad afhænge af Øvelsen, Rutinen i det rent mekaniske Arbeide; det er almindelig anerkjendt.

Der var visselig endnu flere Sider ved Armstrongkanonen og de Argumenter, dens Forsvarere have fremlagt, som

kunde give Anledning til Bemærkninger, f. Ex. den Omstændighed, at to Stykker Staal eller Jern ikke svinde ligemeget gennem den samme Temperaturskala, og den deraf resulterende Ufuldkommenhed i Tensionerne, o. m.; men det vilde her føre os for vidt, og det Væsentligste turde dog være indesluttet i de foregaaende Betragtninger. Vi skulle derfor her endnu kun bemærke, at Armstrong har begyndt at anvende Staal til den inderste Tube. Derved har man naturligvis den Fordel, at man forringer Slitagen ved Projektillets Friktion mod Løbet; men med det samme er man ogsaa kommen ind under de Chancer, for hvilke man ved Anvendelsen af Staal altid vil udsættes. Uden paa dette Sted atter at ville indlade os videre herpaa, skal kun hidsættes en Udtalelse*) af Armstrong selv, som i denne Henseende vil være af Interesse; han erklærede, at det ved Kanoner baade fra Elswick og Woolwich havde vist sig, at, naar der indtraf noget Brud, saa var det saagodtsom altid i de Dele af Kanonen, der vare af Staal.

Med al sin theoretiske Fuldkommenhed lide saaledes Armstrongkanonerne, navnlig naar de ere af større Kaliber, af mange meget væsentlige Ulemper ved Princippets praktiske Gjennemførelse, og, naar man stiller disse ligeoverfor Prisen, maa det idetmindste være tilladt at tvivle om deres Hensigtsmæssighed for et lidet Land, hvor ikke ganske specielle Forholde pege i denne Retning, og det kan visselig ikke siges om vort Land.

Uagtet Armstrongkanonerne derved, at de hidtil aldrig ere formelig sprængte, men stedse give et Varsko iforveien og saaledes yde stor Sikkerhed for det betjenende Mandskab, skulde synes netop at maatte egne sig ganske for-

*) Institution of mechanical engineers. Proceedings 1870.

trinligt for Skibe og Taarne, saa synes dog denne Kanon ikke at have kunnet vinde ret Indpas, som Marineskyts, og den væsentligste Aarsag tør være den, at de saa hyppig have vist sig at tiltrænge større eller mindre Reparationer, som ikke kunne udføres ombord. Alle Indvendinger mod Armstrongkanonen tabe naturligvis i Styrke, jo mere den simplificeres, hvilket tildels allerede indtræder ved mindre Kaliber. Derfor have ogsaa, saavidt vides, de mindre Armstrongkanoner givet meget tilfredsstillende Resultater, og saaledes synes man ogsaa hertillands at have fundet sig tilfreds med de smaa Stangjernkanoner, som ere arbejdede ved Carljohansværn, og som ialfald ere en Tilnærmelse til det Armstrongske Princip.

Hvad her er sagt om Armstrongkanoner, gjelder for en større eller mindre Del om alle sammensatte Kanoner, hvor Stangjernet indgaar som en væsentlig Bestanddel. Anvender man derimod ved en sammensat Kanon Staal eller Rujern eller begge i Forening, saa bygger man i Regelen samtidig ogsaa paa det andet Hovedprincip, varierende Elasticitet; herhen hører Blakely's og Frazer's Kanoner.

Efter Princippet om Materialer med aftagende Elasticitet anbringer man, som bekjendt, inderst i en Kanon det mest elastiske Material og derefter udover mindre og mindre elastiske; d. v. s. man maa anbringe inderst det Material, hvis Elasticitetsgrændse ligger høiest, og som tilsteder de største forbigaaende Formforandringer ved denne. Saaledes maa nødvendigvis Krævet formuleres; thi det er indlysende, at det ved en Kanon, hvor man bevislig stedse bevæger sig paa Ydergrædsen ikke alene af et Materiales Elasticitet, men endog af dets Modstand mod Brud, vilde være en Urimelighed at bygge paa Materialernes Elasticitetsforholde ligeoverfor mindre Kræf-

ter; hvis man gjorde dette, maatte man komme til det Resultat, at Rujernet var det mest elastiske og burde anbringes inderst, og, uagtet dette virkelig ogsaa paa Alvor synes at være foreslaaet, føler dog Enhver med ringeste Skjøn paa Jernet, at det er meningsløst. Det Material, der fuldkomnest tilfredsstiller ovennævnte Krav, er det haarde Staal, der altsaa skulde anvendes inderst. Naar man saa alligevel i Blakely's Kanon ikke finder dette inderst, men derimod et blødere Staal og udenom dette et haardere og endelig yderst Rujern, saa maa dette opfattes simpelthen som et Offer, man, belært af Erfaring, har bragt til det ueftergivelige Krav paa Strækbarhed for den indre Kanonmasse, og det indsees ikke under nogen Omstændighed at kunne have sin Rigtighed, hvad t. Ex. Holley siger angaaende Blakely's Kanon i sit Værk „Ordnance and armor“ § 60, at den næstinderste Tube af haardt Staal har en mindre Elasticitet. end den inderste, der er af blødt Staal; det forholder sig nødvendigvis omvendt, og, om man end muligens hos den indre blødere Tube kan tilveiebringe noget gunstigere Elasticitetsforholde ved at paalægge den ydre Tube med en stor Tension, saa kan dette dog umuligt være nok til at erstatte det Brud paa Princippet, som er skeet og som nødvendigvis ogsaa maa ske, hvis man vil have den allerringeste Garanti. Det er nemlig en Selvfølge, at dersom man skulde kunne have det ringeste Haab om at undgaa permanente Formforandringer, og blot at kunne flyde paa de forbigaaende, saa maa man inderst anvende et Material, der besidder den høieste Elasticitetsgrændse, og hvis forbigaaende Formforandringer indenfor denne ere de størst mulige, altsaa det haarde Staal. I Praxis vover man imidlertid ikke at gaa ud fra, begynde med dette Material der fuldkomnest tilfredsstiller ovennævnte Krav, men man nødes til altid at nedstemme sine Fordrin-

ger betydeligt, og inderst at begynde med et blødere Material med lavere Elasticitetsgrændse og mindre forbigaaende Formforandringer, og har kun Valget mellem at fortsætte udover med Materialer, der i endnu lavere Grad besidde disse Egenskaber, eller fuldstændig at gjøre Brud paa Princippet og udenpaa det blødere Material at anvende det haardere, som efter Holley sees at være gjort ved Blakely's Kanon. Men, som allerede før antydet i denne Afhandling, kan man ved en Kanon aldrig være tryk for, at ikke Elasticitetsgrænsen overskrides, og at der ikke vil indtræde permanente Formforandringer selv ved de mest elastiske Materialer, og, er dette først skeet, taber naturligvis Princippet om Materialer med aftagende Elasticitet Størstedelen af sin Betydning, og Kanonen bliver omtrent ligestillet med en hvilkenksomhelst anden Kanon. Allerede det her anførte viser, at ogsaa dette Princip stedse vil møde store Vanskeligheder ved dets praktiske Gjennemførelse.

Frazer gaar ved sin Kanon ud fra Nødvendigheden af at simplificere Bygningen af de sammensatte Kanoner og gjøre Konstruktionsdelenes Antal mindre: deraf følger, at de enkelte Dele maa gjøres tykkere, hvilket han desuden anser for at være forbunden med endnu andre Fordele, som dog turde være mindre indlysende. Da han videre gaar ud fra, at det er en absolut Umulighed at erholde en sveiset Stangjerntube, hvor man er ganske sikker for usunde Steder, anvender han inderst et blødt Staal og først derudenpaa et Stangjernhylster af sveisede, dobbelt spiralvundne Stænger. Frazer's System er altsaa tillige bygget paa Princippet om Initialtensioner, og med Hensyn paa Sammenstillingen af Materialer gjælder, hvad ovenfor er anført.

Dernæst komme vi til Palliser's Kanon, der er en almindelig Rujernkanon udført med en Stangjerntube der danner

Løbet. Der er gjort mange Forsøg i denne Retning, men med meget forskjelligt Udfald, hvilket synes rimeligt nok, naar man ser hen til, at Tuberne ere fremstillede af Stangjern ved Sveisning; disse ere meget vanskelige at fabrikere, og det oplyses fra England, at man i Woolwich ved Tilvirkningen regelmæssig fik 25 % Udskud. Af denne Grund i Forbindelse med Hensynet til Friktionen forsøgte man Staal-tuber, hvilket imidlertid i England berettes at være falden afgjort uheldigt ud for større Kanoner, og det samme Resultat synes man efter det danske Artilleris Aarsberetning for 1869 ogsaa at være kommen til i Danmark.

Endelig skulle vi med et Par Ord berøre Parrot's Kanon, forsaavidt denne kan henregnes blandt de sammensatte Kanoner; den er intet andet, end en Rujernkanon med Ringforstærkning. Selve Kanonlegemet er støbt efter Rodman's Methode, og Ringbelægget er af Stangjern. Som allerede Navnet antyder, har man ved denne Ringforstærkning tænkt sig, at Kanonen styrkes, fordi Ringen er paalagt med Initialtension; men i denne Henseende maa først erindres Indflydelsen af Stangjernets Strækbarhed under Paavirkning af den stadige Tension; dertil kommer, at Effekten af et Ringbelæg, paalagt med Initialtension, altid vil staa i Forhold til den indre Metalmasses Tykkelse; jo større denne er, desto mindre maa nødvendigvis Virkningen paa de indre Partier blive, der netop behøve at styrkes, og ved noget større Kanoner kan man aldrig gjøre Regning paa, at Indflydelsen vil strække sig længer ind, end til de ydre Lag, og der er den temmelig overflødig. Maa det saaledes end medgives, at man ikke er berettiget til at tillægge den saakaldte Ringforstærkning nogen Evne til at styrke en større Rujernkanon mod Sprængkraftens Virkninger, saa er det paa den anden Side vistnok utvivlsomt, at den spiller en

anden meget vigtig Rolle, som et Sikkerhedsbelæg for Kanonens Betjening ved en eventuel Sprængning. For at det imidlertid skal kunne udføre denne Funktion tilfredsstillende, fordres idetmindste, at Ringbelægget af Smedejern ikke alene har den tilbørlige Tykkelse, men ogsaa større Dimensioner i Bredden, end man almindelig finder angivet ved Parrot's Kanon, hvor det kun synes at dække det egentlige Kammer.

Efter dette tør det være overflødigt nærmere at paapege, hvorfor den Tanke at anvende Staal til dette Ringbelæg maa ansees aldeles urigtig; som Sikkerhedsbelæg er Staalet meningsløst, og som Forstærkning vil det aldrig faa Anledning til at virke ved en større Kanon. Forsøg med saadanne forstærkede Rujernkanoner ere anstillede paa flere Steder; men, da en Krig formentlig tør ansees for at give Anledning til de fuldkomneste Forsøg, gjør man maaske rettest i at holde sig til de Erfaringer, som man efter General Gillmore har høstet i den amerikanske Krig med Hensyn paa Parrot's Kanoner; det synes at fremgaa, at man fandt de større Parrotkanoner aldeles utjenlige, da et stort Antal af dem sprang under Krigen. Derimod gjelder det samme om disse, som næsten om alle sammensatte Kanoner, at de smaa Kalibre have vist sig meget stærke og paa-lidelige. For Parrotkanonens Vedkommende kan dette muligens have adskillig Betydning, men neppe for de fleste andre sammensatte Kanoner; Valget af Material til smaa Kanoner kan nemlig aldrig siges at være nogen særdeles vanskelig Sag, da man dertil kan bruge næsten et hvilket-somhelst Kanonmaterial, ialfald af Hensyn til Styrken, og det ligger da nært ialfald ikke at vælge den kostbareste Kanon. Dernæst ville alle sammensatte Kanoner egne sig mindre for de Anvendelser, hvor Skytset er mere udsat for

at træffes af fientlige Projektiler, og denne Ulempe voxer naturligvis, eftersom Kanonens Konstruktion bliver mere kompliceret. Af disse, ligesom ogsaa af andre Grunde, t. Ex. Hensynet til Vægten, tør der være meget, som taler for til Feltkanoner at anvende Staal, fordi Prisen paa saadanne, om den i sig selv ingenlunde kan siges at være liden, dog i Sum vil være nogenlunde overkommelig; dertil maa for vort Lands Vedkommende, som et formentlig temmelig vægtigt Argument, endnu føies, at Landet selv kan producere mindre Staalkanoner, der synes at kunne konkurrere med de bedste udenlandske Fabrikater.

Næsten alle sammensatte Kanoner ere theoretisk meget fuldkomne og fuldkommnere, end nogensomhelst massiv Kanon nogensinde kan blive. Som vi tildels have seet, er derved imidlertid at bemærke, at de Principper, paa hvilke de forskjellige Systemer ere byggede, paa Grund af Materialernes Eiendommeligheder aldrig i den praktiske Bygning af Kanonen kunne gennemføres saaledes, som Theorien kræver, og som de maa gennemføres, dersom de ikke skulle tabe en stor Del af deres Værd. Men selv om den færdigbyggede Kanon nærmede sig langt mere den theoretiske og saaledes langt fuldkommnere fyldestgjorde Betingelserne for den størst mulige Modstand mod en fra Axen radielt udad virkende Kraft, end Tilfældet i Virkeligheden er, saa vilde desuagtet alle sammensatte Kanoner være underkastede den Ulempe, der er en Følge af, at Kraften ikke er et jævnt virkende Tryk, men et voldsomt Stød, der medfører særdeles heftige og gennemgribende Rystelser. For i Længden at kunne udholde disse fordres en ganske anden Konsistents og Sammenhæng i Massen, end de sammensatte Kanoner selv med det mest fuldkomne Arbeide kunne besidde, og i den større Modstandsevne mod disse har enhver massiv Ka-

non et betydeligt Fortrin. Det er klart, at denne Ulempe i langt stærkere Grad rammer Kanoner af sværere Kaliber, end de smaa, og det er neppe tvivlsomt, at Virkningerne endog ville voxe stærkere, end forholdsvis til Kalibret. Idethale ligger det nært, at en kunstig, kompliceret Bygning ikke hører hjemme ved Kanoner, men at saadant her kun kan opfattes som en Nødhjelp, som man ikke skulde gribe til, uden at der virkelig var Nød, og denne derved kunde afhjelpes og dette sidste kan vel ialfald ikke siges med Rette.

En Overgangsstilling mellem de sammensatte og de massive Kanoner maa formentlig Ames's Kanon siges at indtage; den roses i stærke Udtryk fra Amerika; hvorvidt den andetsteds er forsøgt, vides ikke. Prisen synes endog at være høiere, end for Blakely's og Krupp's af svært Kaliber.

Naar vi dernæst gaa over til de massive Kanoner have vi kun at rette vor Opmærksomhed paa Staalet og Rujernet.

Hvad Staalet angaar, saa er vistnok Chancen for en usund Støbning tilstede ogsaa ved smaa Kanoner, men dog i saa ringe Grad, at, naar vedkommende Værk ikke er blotet for al Øvelse, maa Resikoen ansees for at være temmelig liden, og den vil her være saameget mindre, som man ved en mindre Staalblok endnu for en ikke ringe Del kan raade Bod paa Ulemperne fra Støbningen ved en forsigtig Hamring. Staalet maa saaledes, saavidt skjønnes, til smaa Kanoner ubetinget foretrækkes fremfor hvilkensomhelst sammensat Kanon. Vanskelighederne ved at levere en feilfri og sund Støbning voxe imidlertid særdeles hurtigt med Blokkenes Størrelse, og, som vi tildels have seet, kan den Garanti, som Tilvirkningsmetoderne nu for Tiden kunne give

for store Kanoner, virkelig ikke siges at være meget stor. Blæredannelsen, Sugningen og Svindingen, Ujevnheden, — Alt forener sig om at forøge Resikoen ved store Staalkanoner, og specielt fortjener det maaske at erindres, at det Angreb, som de indre Dele af meget store Kanoner ere udsatte for, er saa voldsomt, at, dersom man her skal have nogen Sikkerhed, bliver formentlig Kravet paa et blødt og strækbart Material langt stærkere, end ved smaa Kanoner; men netop et saadant Staal volder de største Vanskeligheder; det er navnlig saa tilbøieligt til Blæredannelse og vil let levere en usund Blok, og ved Staalblokke af saa store Dimensioner vil ogsaa Hamringen være temmelig virkningsløs, om ikke rentud skadelig. Ved Staalkanoner af svært Kaliber kan man vel saaledes vanskelig vide sig ret tryk for en Sprængning; men med alt dette turde de dog være at foretrække for Armstrongkanoner af tilsvarende Størrelse, med hvilke de vel nærmest blive at sammenligne, uagtet jo Prisen, saavidt vides, er mere, end dobbelt for saakaldet Digelstaal. Naar man nemlig tager i Betragtning de mange tilfældige Omstændigheder, der kunne støde til baade ved Forarbejdningen og ved Benyttelsen, tør man muligens sige, at man ved saa svært Skyts neppe nogensinde paa lang Tid vil kunne komme udover en vis Usikkerhed, en vis Resiko, og, har man været saa heldig at faa en sund, taalelig feilfri Staalkanon af et blødere Material, saa maa det vel indrømmes, at denne er den stærkeste Kanon, man nu for Tiden kan opdrive, medens en Armstrongkanon allerede fra første Stund, omend mangengang smaat, saa dog jevnt og ustandselig vil gaa sin Opløsning imøde, og støbte Staalkanoner have ialfald den ubestridelige Fordel af at danne en ensartet, sammenhængende Masse, der, som sagt, yder en ganske anden Modstand mod de voldsomme Rystelser, som hvert enkelt

Skud foraarsager. Indirekte kan man desuden, som bekendt, i nogen Grad forøge en massiv Staalkanons Styrke ved at forøge Massen, hvilket baade vil svække Longitudinalkraftens Angreb og maaske ogsaa øve en gunstig Indflydelse paa Virkningen af Vibrationerne og de longitudinale Varmetensioner. Ogsaa Massens Fordeling over Kanonlegemet er utvivlsomt et Moment af stor Betydning; men, da der i denne Henseende ogsaa gjør sig andre Hensyn gjeldende, end rent tekniske, skulle vi her forbigaa den Side af Sagen. Hvad endelig Prisen angaar, vilde Anvendelsen af Bessemermetal medføre betydelige Lættelser, maaske endog i den Grad, at, om dette kunde trænge igjennem som Kanonmaterial, vilde muligens en af de største Fordele ved Rujernet, dets Prisbillighed, tabe noget af sin Betydning.

Af disse korte Betragtninger over Armstrongkanoner og Staalkanoner vil det forhaabentlig idetmindste fremgaa, at den Tanke, der har drevet Amerikanerne til at lægge saameget Arbejde og saa store Omkostninger paa at finde Midler og Veie til at gjøre Rujernet brugbart, som Kanonmaterial, paa ingen Maade var eller er saa absurd, som Mange her i Europa have villet fremstille den. Ligeoverfor Kanoner er det derimod et fuldstændigt absurd Ræsonnement, som er fremsat og gjentaget, at et Material i en Kanon aldrig kan udholde en større Kraft, end dets naturlige absolute Fasthed angiver; det er absolut feilagtigt for alle Jernvarieteter, men isærdeleshed for Rujernets Vedkommende, der byder saamange Hjælpemidler. De Resultater, Amerikanerne have præsteret, ere den bedste Gjendrivelse af saadanne Paastande, navnlig de større Rodman's Kanoner, der have bestaaet Prøven i en lang Krig og temmelig enstemmig roses, om der end fremdeles lader sig paavise Mangler ved dem. Baade ved allehaande sammensatte Kanoner og ved store Støbestaalkanoner klæber der i Sandhed endnu saa væsentlige Ulemper, at, naar man samtidig tager Hensyn til Prisforholdene, saa kan det neppe andet, end være noget paafaldende for en udenforstaaende Iagttager, hvorledes man i de vigtigste europæiske Stater fuldstændigt har

vendt Rujernet Ryggen og neppe engang har villet høre tale derom. At her har været andre Faktorer med i Spillet, end Rujernets Daarlighed og Stangjernets og Staalets Fortrinlighed som Kanonmaterialer, kan der vel vanskelig være Tvivl om; en Paavisning af disse Omstændigheder vilde baade være særdeles interessant og vistnok ogsaa ganske instruktiv for en upartisk Bedømmelse af Kanonmaterialerne; men dels vilde naturligvis dertil fordres et ganske specielt Kjendskab til Sagens Udvikling i de forskellige Lande, dels vilde man formentlig ledes ind paa Forholde eller Kombinationer, hvor der vanskeligt lader sig fremhæve bestemte Fakta, men hvor dog Tanken mer eller mindre tydeligt tror at skimte de Veie, man maatte forfølge for at faa det rette Blik paa Sagen. Vi skulle derfor her indskrænke os til for Armstrongkanonernes Vedkommende at bemærke, at det for den Lykke, de gjorde, og den Indgang, de vandt, neppe var en ganske ligegyldig Omstændighed, at de traadte ind i Verden omtrent samtidig med Riflingen og som Bærere af denne, og at de viste en større Styrke og Paalidelighed ligeoverfor de nye Krav, som derved stilledes, end de fleste gamle Kanoner.

Under saadanne Omstændigheder synes det, som om en liden Nation har al Opfordring til at betænke sig to Gange, førend den slaar en Streg over Rujernet som Material for middelstore Kanoner og kaster sig ind i den almindelige Strøm, aldenstund det dog endnu er saa uvist, hvor denne til syvende og sidst vil føre hen. Specielt tør der paa Sagens nuværende Standpunkt være meget, der taler for at forsøge Stirlingmetallet, der intet andet er, end en Modifikation af det ordinære Rujern med et fremherskende metallisk Element, forsaavidt intet fyldestgørende Forsøg i den Retning allerede maatte være skeet, hvad Forf. af disse Linier ialfald ikke er vidende om. Kun Forsøget kan bekræfte eller tilbagevise de Forhaabninger, som Betragtningen af Stirlingmetallets Egenskaber i saa høi Grad er egnet til at vække og nære, — at man i denne Stirlingske Blanding vil finde et særdeles tjenligt Material for

middelstore og maaske endog for de sværeste Kanoner. At dette Material kun har fundet forholdsvis mindre Indgang i det almindelige Støberi, har, som paavist, her intet at sige. Det er saa langt fra, at de talrige amerikanske Forsøg med Rujernet i denne Henseende skulde holde tilbage, at meget mere de Resultater, man der vandt blot ved strengt at holde sig til det egentlige Rujern, det halverede eller lysegraa, og ved at gaa ud fra de ved talrige Experimenter fundne Værdier for Fasthed og Tæthed hos det Rujern, som efter en bestemt Behandlingsmaade under Smeltningen og Støbningen vilde give de stærkeste Kanoner, maa siges at skjænke det bedste Haab om at rykke Maalet nærmere, naar man gaar ud fra Nøvendigheden af først og fremst at tilveiebringe en større Strækbarhed, og naar man erkjender det ordinære Rujerns Mangel paa Strækbarhed som den hovedsagelige Aarsag til dets Upaalidelighed som Kanonmaterial. Tager man endelig Hensyn til Prisforholdene, der, som sagt, stiller sig særdeles gunstige for Stirlingmetallet, saa indsees ikke rettere, end at man deri har en dobbelt Opfordring til et saadant Forsøg netop paa en Tid, som vor, der for Kanonernes Vedkommende i alt karakteriserer sig som en Overgangstid, hvor det ene Aar kuldkaster, hvad det andet synes at have stadfæstet, og hvor man staar famlende mellem mange forskellige Principper eller Systemer, der næsten alle idetmindste have det tilfældes, at de ere meget kostbare, — en Omstændighed, der falder saameget tungere for et lidet Land, netop fordi man ikke tør haabe, at det Offer, der bringes, gjelder noget blivende og varigt. At gaa nærmere ind paa Enkelthederne ved Tilvirkningen, kan der paa dette Sted vanskelig blive Tale om, da det vilde føre os altfor vidt, og vi skulle her indskrænke os til atter at fremhæve Nøvendigheden af en gjentagen Omsmeltning, uden hvilken Resultatet ikke kan tilkjendes Beviskraft.

Ornithologiske Bemærkninger til Norges Fauna,

af

Robert Collett.

For i zoologisk Retning at undersøge Øerne udenfor Trondhjemsfjorden foretog jeg Sommeren 1870 en Reise til disse Egne, hvorunder fornemmelig toges Ophold paa de største af Øerne, Hitteren og Frøien ($63\frac{1}{2}^{\circ}$ N. B.). Det var min Hensigt under denne Reise at gjøre fornemmelig Vertebratfaunaen til Gjenstand for mine Undersøgelser, og jeg søgte for Fuglenes Vedkommende især at erholde Kundskab om deres Udseende i de forskjellige Dragter og Aldre, hvorhos jeg samtidigt søgte at forskaffe det zoologiske Musæum Individer af saadanne Dun- og Ungfugle, som manglede i dettes Samlinger. Af denne Grund paabegyndtes Reisen allerede den 4de Juni, og foretoges overland gennem Gudbrandsdalen og over Dovre; paa det sidstnævnte Sted anvendtes et Par Dage til Excursioner, fornemmelig omkring Fokstuen, hvor de nærliggende udstrakte Myrstrækninger og Høifjelde frembyde en usædvanlig Rigdom paa Repræsentanter for vor alpine Fauna. Fra Hitteren og Frøien gjordes en Udflugt til de yderstliggende Øer af Fiskeværret Sulen.

Den største Del af Hitteren, (hvis hele Areal er over 9 □ Mile), er ligesom hele Frøien og Smølen blottet for Skov. Hele Øens Indre og den største Del af Nordsiden

bestaar saaledes næsten udelukkende af Myr- og Fjeldgrund, der hist og her hæver sig til en Høide af noget over 500' o. H. Paa Øens søndre Side findes derimod sammenhængende Furuskove, medens Løvskove, selv af Birk, ere yderst sparsomme. I disse skovbevoxede Dele have Hjortene sit fornemste Tilhold, og her have de, understøttede af de seneste Aars totale Fredlysning, kunnet formere sig i Ro, og de udgjøre for Tiden en Stand, der alene paa denne Ø anslaaes til omtrent 1,000 Individer.

Saavel paa de større Øer, som paa de omkringliggende lave Holmer frembyder Vegetationen en ikke ubetydelig Lighed med Høifjeldets, og Arter som *Saxifraga oppositifolia* og *aizoides*, *Alchemilla alpina*, *Bartsia alpina*, *Saussurea alpina*, *Betula nana*, *Tofieldia borealis*, *Arctostaphylos alpina*, *Thalictrum alpinum*, *Rhodiola rosea*, *Draba incana* o. fl. forekom umiddelbart i Havets Niveau.

Den forholdsvis faatallige og fattige Befolkning bor hovedsagelig rundt Kysterne, og nærer sig saagodtsom udelukkende af Fiskeri; enkelte drive ligeledes som Binnæring Jagt, og *Lutra vulgaris*, *Callocephalus vitulinus* og *Phoca barbata* skydes i stort Antal rundt alle Øer og Holmer, fornemmelig ud mod Havet og i Øgruppens nordre Del.

Fra disse Øer fortsattes Reisen over Bergen (i hvis Musæum nylig var indlemmet et fortrinligt præpareret Individ af *Alopias vulpes*, Cuv., der blev fanget ved de bergenske Kyster i 1868) og Voss til Filefjeld, hvor jeg, ligesom senere i Valdres, anvendte nogen Tid til Excursioner; disse Dele af vort Lands Høifjelde kunne dog ikke paa langt nær frembyde en saadan Afvexling og Rigdom paa Dyr- og Planteformer, som Dovre. Som

Ledsager paa den første Del af Reisen havde jeg Stud. Théel fra Upsala.

De nedenfor meddelte Bemærkninger, der hovedsagelig vedrøre Dun- eller Ungfuglenes Dragter, (hvad de nyere Systematikere opføre under Navnet Neossologi), samt afvigende eller tilfældigt varierende Former, ere kun for en Del knyttede til Observationer under den ovenfor nævnte Reise, men ogsaa til andre, i de forskjellige Aar foretagne mindre Reiser og Excursioner i Landets sydlige Dele. En Del ere ligeledes fremgaaede af Undersøgelser i forskellige af Landets Musæer og Privatsamlinger, fornemmelig dog Universitetets zoologiske Musæum, ligesom der findes adskillige Bidrag fra forskellige Mænd i Landet, der have gjort enkelte Egne til Gjenstand for nøiere Undersøgelser, og som have stillet til min Raadighed de gjorte Observationer. Bemærkninger af udelukkende geographisk Natur ere paa dette Sted næsten ganske forbigaaede.

Turdus iliacus, Lin. 2 Albinos fangedes i Oktober 1864 ved Christiania, begge blegrøde med de normale Pletter svagt fremtrædende. Af *T. musicus* ere disse Albinos her i Landet ulige sjeldnere end af *iliacus*, hvorefter Individer opbevares i de fleste Musæer.

Turdus pilaris, Lin. Af de talrige tilfældigt varierende Former, hvorefter Individer opbevares i de fleste af Landets Musæer, kunne 2 fra Univ. Mus. omtales nærmere. Det ene frembyder en ufuldstændig Melanismus; Oversiden er kun ubetydeligt mørkere end hos den normalt farvede, medens Underlivet er sort med lysere Fjærkanter, som paa Hals og Bryst ere smalere og gulbrune, paa Resten af Underlivet hvide. Vingernes

undre Dækfjær ere graasorte med smale hvidagtige Kanter; Halens undre Dækfjær sorte med rødgraa Spidser, Fødderne mørkbrune. Dette Individ, der er en Han, fandtes ved Christiania i Decbr. 1862.

Det andet, der er en ufuldstændig Albino, blev fanget i Søndfjord i Bergens Stift i Sept. 1867, og af Cand. Landmark afgivet til Musæet. Hele Fuglen mindre end den normale; Overnæbbets L. fra Næseborenes Fremkant 12^{mm}. Hele Oversiden blegt olivenbrun med gulagtigt Anstrøg paa Overgumpen, og graabrune Skuldre, Ryg og Halefjær. Issen har kun utydelige Pletter. Undersiden har de normale Tegninger, men Pletterne ere graabrune istedetfor sorte, nedtil med stærkt rødligt Anstrøg. Fødderne blegt rødgule. Næbbet lyst hornfarvet.

Paa træløse Steder i de vestlige Dele, saasom paa Jæderen, ruger den ofte umiddelbart paa Marken, hvilket i Regelen ogsaa i disse Egne er Tilfældet med *T. iliacus*, *Merula* og *torquatus*.

Turdus Merula, Lin. Et Individ med hvidspraglet Hoved fangedes i Søndfjord Oktober 1870, og afgaves til Bergens Musæum; et lignende Individ fra det samme Sted, fanget i Oktober 1864, opbevares paa Univ. Mus.

Turdus torquatus, Lin. I Landets vestlige Dele synes denne Art helst at ruge paa Marken, i de østlige Fjeldegne helst i lave Træer eller Buske. 22de Juni 1863 fandtes paa Hemsedalsfjeld i Hallingdal Rede i en ung Gran 4' fra Marken; de 4 noget rugede Æg havde store brune og violette Pletter paa den blaalige, med utydeligt grønt anstrøgne Bundfarve. Længden varierede fra 29¹/₄—20^{mm}, Bredden fra 21—22^{mm}. Inderst var

Redet som hos *T. pilaris* belagt med fine Straa, udvendigt som hos *T. musicus* beklædt med grove Pinde. I Birkeregionen paa Fjeldene ruger den gjerne i Birke-træerne.

En noget over halvvoxen Unge, skudt paa Neverfjeld ved Lillehammer 21de Juni 1870, og af Cand. Landmark afgivet til Univ. Mus., var 230^{mm} lang og havde endnu Næbkolden vedsiddende. Overnæbbets Længde fra Næseborene er 10^{mm}; Farven sort, oventil med smale rustbrune Kanter; Underlivet har hvide og gulagtige Pletter og Tverstreger. Halens undre Dækfjære sorte med en større hvid Plet i Midten og brune Kanter. Skulderfjærene og de øvre Vingedækfjære have en graagul Streg langs Spolen; de mellemste Vingefjære og de ydre Dækfjære ere bredt kantede med graagult.

Omtrent samme Farve havde en fuldkommen udvoxet Unge, som var fløjet mod Telegraftraaden paa Filefjeld 9de Juli 1870. Dog ere Kanterne paa de mellemste Vingefjære og de ydre Dækfjære blevne mørkere rødgraa, ligesom Issen er mere ensfarvet brun. Foruden i de vestlige Kystegne er den funden overvintrende ogsaa i Landets indre Dele, saasom i Ørkedalen (Nissen) og i Vang i Valdres (Printz).

Cinclus aquaticus, Bechst. Saaes yderst talrigt i afvigte Sommer ved alle de vestlige Kysters Elve, men ikke paa de udenfor liggende Øer, hvor de dog vise sig paa deres Streiftog om Vinteren. I Lærdal kaldtes den Tussefugl; i et Par aabnede Individier fandtes ventriculus fyldt med Phryganélarver, Brudstykker af Bembidier, samt diverse mindre Crustaceer.

Dens normale Rugetid er omkring Midten af Mai,

paa Fjeldene har jeg fundet Unger i Redet endnu i Slutningen af Juli, medens Distriktslæge Printz i Valders har fundet Æg allerede 30te April. Hos Ungerne strækker det hvide Felt sig over Legemet hele Underside og trænges efterhaanden fremover, men er overalt dog tæt spraglet med sort; lysest er Struben, der dog altid har mørke smale Fjærkanter.

Regulus cristatus, Willoughby. I Ryfylke ovenfor Stavanger, hvor Granen mangler, har Adjunkt Bahr fundet dens Rede i en tæt Birkebusk. Et Rede, fundet paa Romerike ovenfor Christiania, laa yderst paa en Grangren, men ikke synderlig høit fra Marken; Æggene fra dette Rede ere 12—13^{mm} lange, 10—11^{mm} brede; Farven er smudsig hvid med utydelige mørkere Skygninger.

Lusciola Phoenicurus, Lin. Ruger lige op i Birkebeltet; et Rede, som laa under en Trærød i Drivdalen paa Dovre 10de Juni 1870, havde 9 Æg, næsten friske; undertiden findes alle Æg besrøede med smaa rødbrune Prikker.

Vaaren 1869 var den hyppig i Christiania Omegn allerede 18de April, medens den ellers næsten aldrig viser sig før i Maanedens Slutning; om Høsten saaes den sidste 6te Oktober.

Lusciola suecica, Lin. Synes aarlig at udbrede sig videre paa de sydlige Høifjelde; i stort Antal fandtes den overalt i Saliceterne, samt hist og her ogsaa i Birkeskovene paa Dovres sydlige Afhældning under Opreisen i Juni d. A., fornemmelig i Myrerne omkring Fokstuen. Samtidigt blev den funden rugende af Cand. Landmark i Birkebeltet lige ovenfor Lillehammer ved Mjøsens Nordende; sandsynligvis ruger den overalt i de gudbrandsdalske Høifjelde. Langt sparsommere end paa Dovre

fandtes den i Juli Maaned paa Filefjeld. Paa de sydlige Fjelde lægger den sine Æg imod Slutningen af Juni.

Over Lavlandet synes Trækket at gaa yderst hurtigt for sig, og blot enkelte Individer træffes her fra og til, men neppe nogetsteds aarlig paa det samme Sted, og sjældnere om Høsten, end om Vaaren. I Mai 1867 bleve 3 Hanner skudte ved Christiania.

Accentor modularis, Koch. Forsøger undertiden at overvintre i Landets vestlige Dele; et Individ blev saaledes fanget i Surendalen 14de Dec. 1868, og opbevaret af G. Brandt.

Paa Fjeldsiderne ruger den endnu i Naaletræernes yderste Grændse; saaledes bemærkedes den hyppigt paa Hemsedalsfjeldet i Hallingdal i de øverste Naaleskove 22de Juni 1863. Rederne bygges hovedsagelig af *Polythrimum commune*, og lægges helst i smaa Ener- eller Granbuske; i et Rede fundet ved Christiania 4de Mai 1864 varierede Æggenes Længde fra $18\frac{1}{4}$ — $19\frac{1}{4}$ mm, Bredten fra 14— $14\frac{3}{4}$ mm. I Søndfjord fandtes et Rede af Cand. Landm. 27de Maj 1865, der laa ovenpaa en afhuggen Stubbe af *Alnus incana*, var stort, og udvendig som et Rede af en *Turdus*, og indvendig istedetfor med Mos belagt med et tykt Lag hvide Haar.

Sylvia atricapilla, Briss. Forek. undertiden ovenfor Naaletrægrændsen paa Fjeldene, og er af flere Forfattere anførte som bem. paa Fjeldsiderne af Dovre. I de sidste Aar er her et Individ fældet ved Vaarstien i Juli 1866 af Stud. Théel.

Phyllopneuste abietina, Nilss. Bemærkedes talrigt saavel i Birke- som Fyrreskovene paa Hitteren i Juni 1870, medens den paa de fleste Steder langs Vestkysten hører til de mindre hyppige Arter.

Redet lægges helst under en Trærod i en aaben Bakke, og bygges som hos *P. Trochilus* lukkede oventil; i et den 11te Juni 1867 ved Drammen fundet Rede havde de 5 friske Æg en Længde af $16\frac{3}{4}$ — 17^{mm} , Bredden $12\frac{3}{4}^{\text{mm}}$; hos et ved Chra. 3die Juni 1866 fundet Rede vare de 7 friske Æg 15 — $15\frac{1}{2}^{\text{mm}}$, Bredden 12^{mm} . Af Udseende ere de lette at skille fra *Trochilus* ved sine mørkt rødbrune, næsten sorte Pletter; Pletternes Størrelse er ikke afgjørende, idet *Trochilus* ofte har dem langt større end *abietina*; Farven er derimod stedse hos den sidste mørkere, næsten sort.

En Efternøler blev indleveret til Univ. Mus. fra Chra. Omegn 16de Nov. 1866.

Parus major, Lin. Ikke sjelden ere Individer bemærkede, hvis Næbspidser have krydset hinanden ligesom hos *Loxia*.

Saa vel hos denne, som hos flere andre *Parus*-Arter, (f. Ex. *P. borealis*, *cristatus* og *palustris*) antager Hunnen under Rugetiden fuldkommen en Unges Stemme og Væsen; den lader sig føde af Hannen, medens den zitterer med Vingerne og skriger fuldkommen paa samme Maade, som den fuldvoxne Unge, som den herunder i Afstand ligner i en paafaldende Grad. Saadanne Individer, der for en Tid have forladt sit Rede, træffes jevnligt i den første Halvdel af Mai. I et ved Christiania Vaaren 1866 fundet Rede vare alle 7 Æg hvide uplettede.

Parus borealis, De Selys Longch. Fandtes ligesom *P. cristatus* hyppigt i Fyrre- og Birkeskovene paa Hitteren i Juni 1870, medens begge høre til Vestlandets mindre hyppige Arter.

Rederne skille sig i Almindelighed fra dem hos *P. palustris* derved, at de i Regelen ligge i Hulninger,

som ere forarbeidede af Fuglene selv, ligesom Trevlerne af den indenfor Barken liggende Bast udgjør Redets Hovedbestanddel. Æggene ere hos begge Arter neppe til at adskille.

Parus sibericus, Grel. Den 19de August 1866 fandtes denne i stort Antal i de øverste Fyrreskove i Jotunfjeldene, hvor de streifede om flokkevis, og herunder besøgte Birkeregionen, der dog i Landets sydlige Dele ligger ovenfor deres egentlige Tilhold. Samtlige skudte Individer vare netop i Fældningen, og havde allerede for en Del skiftet. De vare yderst lidet sky; deres Væsen lignede *Parus borealis*, men de forholdt sig mere tyste, og Lokketonen var let at adskille fra de øvrige Arters.

Parus cristatus, Lin. Af alle Arter lægger denne det færreste Antal Æg, idet disse neppe nogensinde ere flere end 6, men i Regelen blot 5. Ligesom *P. borealis* udhuler den selv sin Redeplads i tørraadne Stubber; fra et Rede ved Christiania 17de Mai 1866 varierede de 5 noget rugede Æg i Længde fra $16\frac{1}{2}$ — 17^{mm} , Bredden fra 12 — $12\frac{1}{4}^{\text{mm}}$.

Orites caudatus, Lin. Ruger ikke sjelden i de høieste Naaleskove paa Fjeldsiderne; et Par med bøiede Halefjær bemærkedes i de øverste Furutræer i Opdal 6te Juni 1870. Til Universitetets Musæum blev i 1868 nedsendt et Rede fra Dovre.

Langs Vestkysten forek. den ikke talrigt; en hel Familie bemærkedes i Juli 1870 i Voss, og de fuldkommen udvoxede Unger havde Halen allerede 97^{mm} lang, Vingen 57^{mm} . Ryggen var mørkt graabrun med ubetydeligt hvidt ovenfor hver Skulder, Isse og Strube hvid, Kinderne bag Øinene og hele Halsryggen graabrun.

Certhia familiaris, Lin. Der findes 2 tilsyneladende constante Varieteter af Reder og Æg. De Reder, der ere byggede af tørre Smaakviste og Straa, have korte og runde Æg; (i de i Omegnen af Christiania undersøgte Tilfælde har den gennemsnitlige Størrelse af denne Form været $15\frac{1}{2}$ og 12^{mm}), medens hine Reder, der ere blødt udfodrede med en Mængde Fjær, have lange og forholdsvis smale Æg (gennemsnitlig $16\frac{1}{2}$ og 12^{mm}). Denne Forskjel, der allerede er nævnt i Naumannia I, II. p. 49, synes, hvis den viser sig constant, at begrunde tilsvarende Afvigelser hos Fuglene, muligens en Aldersforskjel, hvorom endnu Observationer mangle.

Sitta europaea, Lin. Lægger i Regelen sine Æg i den første Halvdel af Mai, undertiden allerede i Slutningen af April. Redet har i de i Omegnen af Christiania undersøgte Tilfælde bestaaet udelukkende af den fine ydre Furubark, der i store Masser er ophobet ovenpaa et ubetydeligt Underlag af Ler.

Hirundo urbica, Lin. I og ovenfor Birkebeltet paa Fjeldene ruger denne Art (foruden paa Sæterhusene) tillige colonivis i de steile Fjeldvægge, saasom i Stugunaaset og flere andre Fjeldvægge paa Filefjeld, Hugakollen i Valders, Kvamenaaset i Øie, Blaahørne og paa andre Fjelde paa Dovre, og idethele paa de fleste Steder, hvor steile Fjeldvægge findes i Nærheden af de beboede Dalfører; *H. riparia* graver i disse Høider sine horizontale Gange i Sæterhusenes Tørvtage, medens *H. rustica* lægger sit Rede ovenpaa de lave Bjælker i Sæterfjøsene, indtil blot 3' over Gulvet.

Hirundo rustica, Lin. Opholdt sig i 1867 længere i Landet end ellers, og Flokke bleve observerede gjentagne Gange i den første Halvdel af Oktober, saavel

i Landets sydøstlige Dele, som helt op ved Levanger. Efternølere ere bemærkede ved Stavanger 8de November 1866 (Landm.), i Surendal 3die Nov 1868 (Brandt).

Motacilla alba, Lin. I 1869 vare de ankomne til flere Steder omkring Christiania allerede 23de Marts. En Efternøler saaes 11te December 1866.

β Yarellii, Gould. *lugubris*, Temm. synes sporadisk at vise sig i Landets sydlige og vestlige Dele. Et Individ blev gjentagne Gange observeret Sommeren 1866 i Fjelddalen Aaseral i Christiansands Stift af Sognepr. Schübeler; ved Christiania, hvor allerede i 1859 et Individ er bemærket af Prof. Esmark, er den af Forst-assistent Feragen bemærket saavel i 1867, som 1868, begge Aar paa det samme Sted, og har uden Tvivl været det samme Individ. Ved Bergen bemærkedes et Individ i Mai 1869 af Gross. Friele.

Anthus rupestris, Nilss. Viser sig sjelden langt ind i de dybere Fjordbunde; ved Christianiafjordens Bund holdt sig en liden Flok i September 1870.

Et Individ med fuldkommen uplettet Underliv skjødes paa Hvaløerne 3die Juni 1865.

Anthus pratensis, Bechst. Yderst talrig paa alle de større Øer og Holmer udenfor Trondhjemsfjorden i Selskab med *A. rupestris*, og havde flyvedygtige Unger 25de Juni.

Corydalla Richardi, Vieill. Foruden det ved Frederikshald i 1843 skudte Individ, hvis Næbryg maaler 14^{mm}, Afstanden fra Næseborene til Næbspidsen 11^{mm}, Tarsen 31^{mm}, Mellemtaaen 26^{1/2}^{mm}, Bagtaen 14 + 16^{mm}), blev en Han skudt i Omegnen af Christiania af Cand. Landmark 24de Okt. 1868, og afgivet til Univ. Mus. Dette

Indiv. sad paa Marken og fløi op med en ubekjendt Lyd, der vedblev, efterat den var vingeskudt. Næbryggen maa-
ler her 13^{mm}, Afstanden fra Næseborene til Næbspidsen
10^{mm}, Tarsen 30^{mm}, Mellemtaaen 26^{mm}, Bagtaaen 12 +
21^{mm}. Farven normal Høstdragt.

Emberiza citrinella, Lin. Uagtet denne Arts
store Udbredelse i Landet vides dens Rede kun yderst
sjældent fundet frit i Buske; 24de Juni 1866 fandtes et
saadant ved Christiania, 1' fra Marken, i en vild *Ribes*
Grossul.; 21de Mai 1863 fandt Dr. Printz i Valders et
andet 2' fra Marken, i en ung Gran. Ikke sjelden har
den allerede lagt sine Æg i April.

En Varietet, „*vitta malari lata ferruginea*,“ blev skudt
af Prof. Lovén paa Sorøen i Finmarken 1 Mai 1837 (cfr.
Sundev. Vet. Ak. Handl. 1840 p. 55). Paa Univ. Mus.
findes et Indiv. fra Christiania 1857, hvis Halefjær have
hvide Tverbaand.

En ensfarvet bleggul Albino observeredes af Forf.
i Omegnen af Chra. 30te Okt. 1870.

Plectrophanes lapponica, Lin. Ligesom det er
Tilfældet med et ikke ringe Antal af egentlig aretiske
Former, der normalt bebo Egnene ovenfor Polarcirkelen,
har denne Art paa Dovre (62° N. B.) fundet et Rugested,
der frembyder omtrent de samme Betingelser for dens
Trivsel, som hine nordlige Dele, fra hvilke den er skilt
ved et flere Breddegrader bredt Belte. Allerede Somme-
ren 1861 blev et Individ skudt ved Fokstuen af Conserv.
Siebke; i 1864 fandt Forstmester Barth sammesteds et
rugende Par. Under Opholdet her i afvigte Sommer
fandtes den rugende i ikke ubetydeligt Antal paa
en enkelt, af *Juniperus* og *Saliceter* bevoxet Stræk-

ning søndenfor Fokstuen, og Hannerne steg syngende op og sænkede sig med zittrende Vinger, ligesom *Anthus arboreus*, ned i Toppen af en Busk, overalt hvor man vendte sig hen. Et Rede, som fandtes under en Dvergbirk, var bygget af fine Straa, fornemmelig *Festuca ovina*, og indvendig belagt med enkelte smaa Andefjær; det indeholdt den 9de Juni 6 klare Æg, hvis Længde varierede fra 21—23^{mm}; Bredden var hos alle 15½^{mm}. Bundfarven var graagrøn uden Glands, og de graabrune smaa Pletter og brunsorte Snirkler vare strøede jevnt ud over det hele Æg; et af Æggene manglede ganske de sorte Snirkler. Af Form vare de eiendommelig tilspidsede i den tyndere Ende.

2 halvvoxne Unger, skudte af Prof. Esmark i Aug. 1866 i Østfinmarken, havde endnu dunlignende Fjær (Bistraalerne ikke sammenhængende); Halen (21^{mm}) var 15^{mm} længere end Vingen, der var 60^{mm}, Overnæbbet fra Næseborene 6^{mm}, Tarsen 21^{mm}, Mellemtaaen 17^{mm}, Bagtaaen 8 + 8½^{mm}. Alle øvre Legemsdele tilligemed de lange Skulderfjære samt Overgumpen ere sorte med brede gulbrune Kanter; de Gamles Nakkebaand kan blot paa det ene Individ spores som en Stribe, der er ubetydeligt lysere end de omkringliggende Dele. Struben er hvidgraa, Brystet gulgraat med brunlige Pletter, Underlivet hvidagtigt, paa et af Individerne med gulagtig Anstrygning og tydelige Pletter paa Siderne; Vingedækfjærene ere brune, Vingefjærene og de længste Dækfjærs Spidser bredt hvidkantede, Næbbet brunsort, Fødderne hvidgule.

Pyrigita domestica, Lin. Af Varieteter blandt Æggene forekommer ikke sjelden en, hvor alle Pletter ere samlede til et eneste sortagtigt Felt i den tykkere Ende, hvorimod den modsatte er glindsende hvid og

uplettet. Undertiden findes et Par, yderst sjelden alle Æg i et Rede farvede paa denne Maade. Af og til ere Exemplarer fundne, der er helt hvide. I Land har Dr. Printz fundet det første Æg i et Rede den 7de August (1860).

Ved Stavanger er en Albino bemærket Sommeren 1869 (Bahr); 2 sorte Individer ere observerede i Molde Marts 1863, og det ene, en Hun fanget (Brandt).

Fringilla montifringilla, Lin. Endnu 7de Juli fandtes et Rede i Voss i Bergen Stift med friske Æg; Redet, der laa lavt i en ung Gran (i den eneste Granskov i dette Stift), var bygget næsten udelukkende af *Usnea barbata*.

Chlorospiza chloris, Lin. Overvintrer aarlig enkelt- eller flokkevis i de sydlige Kysttrakter op til Trondhjemsfjorden. Paa Næs Jernværk opbevares et i Omegnen skudt Individ, der er jevnt askegraat overalt.

Linota flavirostris, Lin. Ruger hyppigt langs Landets vestlige Kyster, hvor den er bemærket aarlig paa de fleste Steder. Paa Hitteren og Frøjen fandtes den fra Midten af Juni hyppigt i smaa Selskaber, der bestode af de Gamle og de allerede voxne Unger; Ruge-tiden maa falde yderst tidligt, muligens allerede i April. Efterat Ungerne ere udvoxede, streifer den vidt omkring, og besøger herunder de yderste Øer, hvor der ikke findes en Busk eller et Træ.

Acanthis linaria, Lin. Enkelte Par forblive næsten aarlig tilbage i de lavereliggende Dele, som det synes, uden at ville forplante sig. I afvigte Sommer fandtes saaledes i Midten af Juli smaa Selskaber saavel i de lavere Dele af Voss, som i Valdres og Land lige ned til

Randsfjorden. I visse Aar finder dette Sted i større Udstrækning; i 1863 opholdt sig store Skarer hele Sommeren over i Omegnen af Christiania og paa andre Steder i de sydlige Lavlande (f. Ex. ved Kragerø); hos alle herunder fældede Individer viste Testes sig uudviklede og Ovarierne næsten tomme. Grunden til dette afvigende Forhold hos denne fuldkomne alpinske Art turde muligens have været de i dette Aar optrædende store Masser af forskjellige Insektlarver. I 1868 holdt de sig atter i store Flokke hele Sommeren over i Omegnen af Christiania.

Blandt nogle saadanne i Juli 1863 ved Christiania af Cand. Hvoslef skudte Individer opbevares 2 Hanner og 1 Hun paa Univ. Mus. Disse have alle en særegen Dragt, der i ikke ubetydelig Grad afviger fra den normale Sommerdragt. Farven er nemlig væsentlig mørkere og næsten uden rødt; Hovedet oventil og Halsryggen ere mørkt graabrune med lysere Pletter; hos et Individ ere Issens Pletter smaa og utydelige, hvorved denne bliver næsten ensfarvet brunsort. Hele Ryggen og Overgumpen brunsort med smale graahvide Kanter, Skuldrene og de øvre Hale-dækfjær graabrune med brede mat gulbrune Kanter. Vingernes Tverbaand lyst rustfarvede; Struben graaagtig uplettet, hos et Individ neppe forskjellig fra sine Omgivelser; over Øretrakten findes en større brunlig Plet. Hele Underlivet smudsig mørkgraat med brunlige Pletter, der især staa tæt paa Bryst og Sider, og kunne spores lige ud paa de undre Haledækfjær. Halefjærenes Kanter lyst graabrune, Overnæbbet brunligt, Undernæbbet blegere.

Acanthis Spinus, Lin. Ruger saavel om Sommeren, som om Vaaren, hvilket stemmer overens med denne Arts omstreifende Natur. Helst ruger den muligens i

Midten af April (i 1863, da den forekom i stort Antal overalt i det Søndenfjeldske, fandtes friske Æg 5te April, udfløine Unger 17de Mai) men ofte langt senere, lige ud i Juni. Rederne ligge helst i smaa Ener- eller Granbuske, sjeldnere paa de lavere Grene af et større Naaletræ. Udvendig er det bygget af tørre fine Grankviste, hvis Naale ere affaldne; indvendig er det tæt belagt med Uld af *Salix pentandra*, eller Fnokkene af fjorgamle. *Synanthereae*, især *Carlina vulgaris* og *Cirsium*-Arter. Fra et Rede, fundet 5te Mai 1866 ved Christiania, varierede de 5 Æg i Længde fra $16\frac{1}{2}$ — 17^{mm} , medens Bredden hos alle var 13^{mm} . Bundfarven er næsten hvid, Pletterne smaa, de fleste lyst leverbrune, enkelte næsten sorte.

Om Sommeren er dens Næring for en væsentlig Del animalsk, og den efterstræber ivrigt Bladlus i Frugttræerne og andetsteds.

Corythus Enucleator, Lin. Udstrækker ikke i alle Aar sine Tog til Landets vestligste Kysttrakter; i 1869 var den dog hyppig saavel ved Stavanger (Bahr), som ved Bergen (Koren).

Hos et Par i November 1864 ved Christiania indfangne Individer, der holdtes levende i 2 Aar, havde Dragten i denne Tid ikke undergaaet synderlig Forandring. Hannen var dog bleven mere gul; Fældningen foregik uregelmæssigt; det ene Aar varede den for Hannens Vedkommende i hele Juni, Juli og August, det andet Aar i Juli August og den første Halvdel af September. 21de Juni 1866 lagde Hunnen et Æg, 23de Juni det andet og sidste, uden dog at ville udruge dem; Æggenes Udseende og Størrelse fuldkommen normal; under denne Tid viste

Hannen sin Drift til Redebygning ved at tage Straa eller Haar i Næbbet og sætte Vingerne i en zittrende Bevægelse.

Pyrrhula vulgaris, Temm. Ruger i de fleste af Landets Naaleskove, selv lige inde ved de beboede Steder, men iagttager stedse en overordentlig Forsigtighed, og lader sjelden en Lyd høre fra Begyndelsen af Mai af, og hele Sommeren udover.

Om Vinteren nærer den sig i Haverne af Frøene af *Sorbus Auc.*, *Acer platanoides*, *Fraxinus*, *Symphoricarpus*, *Rubus idaeus*, *Syringa*, *Amelanchier* o. a. Buske og Træer.

Ungernes Fældning kan foregaa temmelig sent om Høsten, og endnu i den første Halvdel af November findes jevnlig Individer med graabrun Isse og gulgraat Underliv.

Loxia pityopsittacus, Bechst. Fandtes i Juli 1870 af Hr. Friele paa Stordøen udenfor Hardanger, hvor den antoges at have ruget.

Loxia curvirostra, Lin. Gaar paa Fjeldsiderne op saalangt Granen voxer; saaes i Juli 1870 i den øverste Granskov ved Øilo i Valders.

Coccothraustes vulgaris, Briss. Et enkelt Individ af denne Art, der ikke siden 1853 har vist sig i Christiania Omegn, opholdt sig i Slotsparken fra Januar til April 1868, indfandt sig atter i de samme Træer i Februar og Marts 1869, og har endelig fra November af 1870 holdt sig paa det samme Sted; muligens har det altid været det samme Individ. Den lever her fornemmelig af Frøene af *Prunus Padus*.

Sturnus vulgaris, Lin. Enkelte Individer observeres jevnlig om Vinteren i Landets sydlige Dele. I Slutningen af Januar 1868 holdt sig flere Flokke i Val-

ders, og flere Individer bleve af Distriktslæge Printz bemærkede saavel høit oppe i Vang, som nede i Slidre.

Af Albinos opbevares i Bergens Musæum et, der er blaagraat med hvide Spetter; et andet er ensfarvet gulagtigt. Begge ere skudte i Omegnen.

Corvus Monedula, Lin. Mod Nord er den hyppig endnu ved Levanger og i Indherred, dog neppe aarlig paa det samme Sted.

Corvus Cornix, Lin. Er langs Vestkysten ubetinget den største Skadefugl. Utallige Reder af Ænder, Edderfugle og forskellige Vadere gaa aarlig ved dem tilgrunde; under Opholdet paa Hitteren og de omkringliggende Øer i Juni Maaned 1870 fandtes jevnlig Skaller af *Somateria*, *Hæmatopus* osv. strøede omkring paa Holmerne som Mærke efter deres Plyndringer. Dens Udryddelse burde i Kystdistrikterne opmuntres ved en ubetydelig Præmie, der visselig vilde medføre en større reel Nytte, end den, der er fastsat for *Astur palumbarius*, da i dette Tilfælde ingen Forvexling vilde finde Sted.

Pica caudata, Briss. Langs Vestkystens træløse Egne, (saasom paa Jæderen) og paa de flade Kystøer (saasom Smølen, Frøien etc.) bygges Redet under Tagene, eller ogsaa i enkeltstaaende Smaabuske.

Ikke sjelden findes Æg, ofte flere i samme Rede, hvis Pletter ere alle samlede til et sammenløbent brunligt Felt i den tykkere Ende, medens den anden er hvid, uplettet. Deres Størrelse er forresten normal.

En Albino, hvoraf jevnlig Individer bemærkes, undertiden flere af samme Kuld, er i September 1868 bemærket i Søgne Sogn ved Christiansand (Clausen).

Nucifraga Caryocatactes, Lin. I en ved Christiania 16de April 1870 skudt Hun fandtes et fuldbaaret

Æg, hvis Kalkskal allerede var tæt bestrøet med de normale rødbrune Pletter, hvilke hos dette Individ vare ganske smaa. Ventriculus indeholdt halve og fjerdedels Frø af *Corylus* og *Quercus* tilligemed Brudstykker af Skallerne, foruden en Mængde Skaller af forskellige *Helices*.

En mindre Udvandring af denne Art fandt Sted i det Trondhjemske Høsten 1868; ligeledes viste den sig samme Aar ved Bergen (Friele).

Perisoreus infaustus, Lin. Ruger i stort Antal i Landets sydøstlige, helst subalpine Skovtrakter; et af Forstmester Barth i Gudbrandsdalen fundet Rede, nedsendt til Universitetets Musæum, indeholdt 29de April 1864 4 ulige rugede Æg, hvis Længde varierede fra 29—32^{mm}, Bredden fra 22½—23^{mm}. Redets ydre Vidde er blot omtrent 140^{mm}, den indre Diameter 60^{mm}. Det er bygget næsten udelukkende af *Evernia sarmentosa*, sammenfiltret med tørre Furukviste, og blandet med enkelte Furunaale og smaa Stykker af *Parmelia saxatilis*, samt den fine, ydre Furubark.

Et forvildet Individ besøgte under et Uveir Slots-parken ved Christiania 16de December 1867.

Langs Vestkysten synes den at mangle, og er først i de vestlige trondhjemske Dalfører fundet rugende i Surrendalen af Hr. Guido Brandt.

Alauda arvensis, Lin. Fandtes i ikke ringe Antal paa de flade Øer udenfor Trondhjemsfjorden, lige ud paa de yderste af Froerne, flere Mile fra Land, medens den normalt ikke forekommer paa Fastlandet langs Vestkysten, en naturlig Følge af disse Egnes Lokalforholde.

En ufuldstændig Albino opbevares paa Næs Jernværk hos Hr. Aall.

Otocorys alpestris, Lin. Ruger i Norge muligens i størst Antal paa sandige Steder i og omkring Vadsø i Øst-Finmarken. Fra dette Sted har Prof. Esmark hjemført talrige yngre Individer, skudte fra den 1ste til den 8de August 1866.

En noget over halvvoxen Unge har Næbbet fra Panden $6\frac{1}{2}^{\text{mm}}$, Tarsen 21^{mm} , Mellemtaaen $11\frac{1}{2} + 5^{\text{mm}}$, Bagtaaaen $8 + 8^{\text{mm}}$, Vingen 85^{mm} , Halefjærene, der ere 40^{mm} , naa ubetydeligt udenfor Vingefjærenes Spidser. Oversiden er fuldstændig fjærklædt, medens Undersidens Fjære er dunagtige. Hele Oversiden brunsort og tæt bestrøet med rundagtige (2^{mm} i Diam.) bleggule Pletter; bag Øinene findes oventil en større gulagtig Plet, og hen ved Øretrakterne en lignende halvmaaneformig sort. Halsringens forreste Side er tilligemed Struben hvidagtig med svage, mørkere Pletter; bagtil har Halsringen de normale Rygpletter, dog mindre tydelige. De lange Vingedækfjær have brede rustfarvede Kanter. Brystet er gulagtigt med utydelige sorte Pletter, Resten af Underlivet hvidt. Fødderne (i tør Tilstand) hvidgule.

Denne Farve bibeholdes omtrent uforandret lige indtil Individerne ere fuldt udvoxede; paa et saadant Individ, hvis Halefjær ere 60^{mm} og Næbbet 11^{mm} , er dog Brystets Bundfarve bleven noget mørkere graagul, og dets Pletter noget mørkere; Rygpletterne ere tillige blevne noget mindre og lysere. Tarsen og Fødder ere nu mørkbrune.

En endnu ældre Ungfugl, en Han, skudt samtidigt, har allerede antaget næsten fuldstændigt den normale Vinterdragt. Alene ovenfor Øretrakten findes et ubetydeligt Felt af Ungfuglens oprindelige sorte og gulspettede Fjærklædning. Brystet har allerede faaet sin sorte Halv-

maane og Siderne have tydeligt brune Længdestriber. De forlængede Fjære paa Issen kunne dog endnu kun med Vanskelighed opdages.

Picus canus, Gmel. Vedbliver ligesom flere af samme Slægt i længere Tid at lægge Æg i det samme Rede, naar disse efterhaanden borttages. I et Rede ved Lillehammer i Mai 1856 blev ialt lagt 12, i et andet i Valders i Mai 1870 (Printz) ialt 16. Af disse sidste var den gjennemsnitlige Længde og Bredde 27 og 20^{mm}.

Af Gunnerus er denne Art (kaldt *P. viridis*) funden i Finmarken*). Længere mod Nord, end i Salten (66½°) vides den i de senere Aar ikke bemærket.

Picus leuconotus, Bechst. Synes i visse Dalfører ved Trondhjemsfjordens søndre Bred at være den hyppigste Art af hele Slægten. Et herfra modtaget Æg, fundet 11te Mai 1866, var 28 og 19^{mm}; Redet, der laa 5 Alen fra Marken, havde en Dybde af 1'.

Cuculus canorus, Lin. De Arter, som med Sikkerhed kjendes som dens Pleieforældre her i Landet, ere følgende: *Saxicola rubetra*, Lin. uden Tvivl hyppigst. *Saxicola Oenanthe*, Lin. *Anthus pratensis*, Bechst., fornemmelig i og ovenfor Birkebeltet. *Anthus arboreus*, Bechst., samt *Motacilla alba*, Lin. Desuden har Prof. Rasch fundet dens Æg i et Rede af *Emberiza hortulana*, Lin.

Endvidere omtales fra Kongsberg 1782 et Tilfælde, i hvilket dette har ligget hos *Fringilla Coelebs*.

Et Æg af en sjelden Tegning fandtes i Omegnen af Christiania i Juni 1866 hos *Sax. rubetra*. Dette er ensformet blaahtvidt uden Spor af Pletter, 22½ og 17^{mm};

*) Leem, Beskr. over Finmarkens Lapper, p. 292 i Noten (Kjøbenhavn 1767).

de øvrige Æg, (hvoraf fandtes 3 i, og 1 halvknust udenfor Redet) ere alle $17\frac{1}{2}^{\text{mm}}$ lange, $14\frac{1}{4}$ — $14\frac{1}{2}^{\text{mm}}$ brede, og af en mørk blaagrøn Farve med utydelige Pletter.

Ankommer undertiden allerede i April, men synes stedse at være stum i de første Dage; paa Hitteren, hvor den observeredes den 17de Juni 1870 paa den næsten fuldkommen træløse Nordø (Dolmø), sagdes den jevnlig at forekomme, men aldrig at lade sin Stemme høre. Ungfuglene forblive indtil langt ud paa Høsten; i Hardanger ere de endog observerede i Oktober af Sommerfelt.

Dens Føde bestaar i den første Del af Sommeren for en stor Del af *Lumbrici* og forskellige mindre Larver, som opsamles paa Træer og Buske; endnu i de første Dage af August har jeg fundet Individuer, hvis ventriculus intet Spor have indeholdt af haarede Larver.

I Budstikken for 1820 p. 229 omtales et ganske mærkeligt Exempel paa, at et Ind. er bleven holdt i Fangenskab i 3 Aar i Hardanger.

Cypselus apus, Ill. Høsten 1867 foregik Afreisen fra de fleste Steder i Landet senere end ellers, og Flokke observeredes jevnlig i de første Dage af September. Hvert Aar have enkelte Par Unger adskillige Dage efter de øvriges Afreise; i 1864 forlod et Kuld Redet den 30te August. Den fuldvoxne Unge har hvidkantede Fjære næsten overalt, stærkest paa Issen og under Vingerne; ligeledes er Panden hvidagtig. Ikke sjelden findes 3 Æg i Redet.

Langs Vestkysten forek. den kun sparsomt. Den er dog funden rugende i ringe Antal ved Stavanger og Bergen, paa det sidste Sted af Gross. Friele i en Del ophængte Rugekasser. Noget sikkert Bevis paa, at den har ruget i hule Træer, kjendes endnu ikke.

Strix nyctea, Lin. *nivea*, Thunb. Med Aaret 1866 begyndte en stærkere Optræden af denne Art, fornemmelig i Egnene om Trondhjemsfjorden, hvilken gik foran den vidtløftige Vandring af *Lemmus norveg.*, som i de nævnte Egne fandt Sted i Aarene 1867 og 68. Mangfoldige Individer bleve observerede og skudte i dette Aar, og enkelte viste sig spredt næsten over hele det Søndenfjeldske; i de egentlige Lemændistrikter vedbleve de at være hyppige, saalænge disse Dyrs Udvandring vedvarede, og endnu i 1869 viste de sig her og forplantede sig paa Steder, hvor de hidtil ikke vare observerede om Sommeren. Af de skudte Individer fandtes enkelte gamle Hanner, men det overveiende Antal bestode af Hunner og Ungfugle.

Paa Univ. Mus. opbevares et gammelt Individ, skudt af Prof. Friis i Finmarken 1859, der er snehvidt uden andre mørke Pletter, end nogle faa langs Spolerne af de 3 yderste Svingfær.

Nyctale Tengmalmi, Gmel. Ruger i April. Et Rede med 7 Æg, fundne i Mai 1866 af Distr.læge Printz i Valdres, laa i en Hølade, omtr. 2000' o. H., og var udfodret med Straa og Blade; 3 Æg vare rugede, de øvrige friske. Hunnen lod sig tage paa Redet; Æggenes Længde varierede fra 32—34^{mm}; Br. var 26^{mm}.

Hyppigst synes den at forekomme i Landets sydlige Kysttrakter; langs Vestkysten findes den overalt i ringere Antal, men er dog gjentagne Gange bemærket ved Stavanger (Bahr), og ved Bergen (Friele). Den fanges undertiden om Dagen paa Limpinde, naar den slaar ned efter Lokkefuglen. Vingens L. hos et saadant i Dec. 1870 fanget Ind. var 177^{mm}, Tarsen 26^{mm}, Mellemtaaen 15+12^{mm}, Næbbet fra Næseborenes Fremkant 12^{mm}, myxa 6^{mm}.

Hos en fuldvoxen Ungfugl, skudt af et helt Kuld i Nordmarken ovenfor Christiania, har Tarsen en L. af 23^{mm}, Vingen 165^{mm}, Mellemtaaen 22^{mm}. Hovedet og hele Oversiden er mørkt graabrun med rødtligt Skjær og ganske uden Pletter; af de forlængede Skulderfjære have enkelte en stor hvid Plet paa Yderfanen hen mod Spidsen. Øienkrandsen er over og under Øinene hvid, bagtil graabrun; mellem Øie og Overnæb findes en Dusk sorte Børstehaar; Struben er rustrød med en hvid Plet paa hver Side; Halskrandsen fortil rustrød, bagtil af Ryggens Farve.

Strix Aluco, Lin. Flytter sine Æg saaoft Redet bliver opdaget; et saadant Kuld nylagte Æg, der laa i en Lade i Søndfjord Vaaren 1869, fandt Cand. Landmark efterhaanden flyttet 4 Gange til forskjellige Steder i Laden.

En Dununge, taget ved Christiania i Mai 1867, er fra Issen til Haledunene 150^{mm} lang, Tarsen 30^{mm}, Mellemtaaen 28^{mm}. Den er overalt beklædt med en hvidgraa Dunklædning, der paa Gumpen er renhvid; paa Ryggen ere de rustbrune Fjær ifærd med at bryde frem, og skimtes under de lange hvidlige Dun, der beklæde deres Spidser. Kløerne ere graahvide.

Bubo maximus, Rantz. Et Par Dumunger af betydelige Dimensioner (Høiden omtrent som en voxen *S. Aluco*), fangne i Redet paa Lørenskoven ved Christiania, opbevares paa Univ. Mus. Hos disse, hvor Mellemtaaens Klø er 24^{mm}, ere endnu blot Vingefjærene og Halefjærene for en Del udviklede, og have kastet Dunene; Vingens Længde 237^{mm}, Halefjærenes 59^{mm}; hele Legemet forresten tæt dækket af mørkt graaagtigt brusende Dun med brunlig Anstrygning, hvori saavel paa den øvre som den nedre

Del af Legemet kan spores utydelige mørkere Tverbaand. Næbbets Børster hvide; utydelige Spor af forlængede Dun ved Hovedets Sider.

Naar Redet opdages, bortfører den ligesom flere andre Arter sine Æg eller ødelægger dem. 3die Mai 1863 fandt Distr.læge Printz 3 Æg i en Fjeldvæg i Valdres, men medens Vaaben mod mulige Angreb af de Gamle bleve hentede, vare Æggene bortførte; det ene fandtes ituslaaet i Nærheden. Dettets Længde er 57^{mm} , Bredden 47^{mm} .

Otus vulgaris, Flemm. Lægger helst sine Æg i et gammelt Rede af *Corvus Cornix*, der udfores med Fjær og Dun. I et saadant Rede, fundet ved Christiania 1861, laa 6 noget rugede Æg, hvis Længde varierede fra $39-40\frac{3}{4}^{\text{mm}}$, Bredden fra $32-33^{\text{mm}}$.

Paa Univ. Mus. opbevares flere Dununger. Et Par saadanne, tagne i Redet ved Christiania 20 Mai 1861, maale fra Issen til de yderste Haledun omtr. 180^{mm} ; Overnæbbet, der er bøiet i en Vinkel fra Næseborene af, har graabrun Rod og Ryg, og hvidagtige Kanter; Længden fra Næseborene til Spidsen 12^{mm} .

Paa Ryggen og Vingernes Overside ere dunagtige Fjær fremkomne; forresten er Legemet dækket af en tæt Dunklædning, der er graa med gulagtig Anstrygning. Paa Hovedet ere Dunene korte; Næbbørsterne have endnu Blodspoler. Vingen 93^{mm} ; Vingefjærene stikke ud af sine Spoler, har en graagul Bundfarve med brunlige Tverbaand. Paa Tibia ere Dunene lange og brusende, og have Antydning til mørkere Tverbaand. Tarsens og Tæernes Dun korte, gulhvide; Mellemtaaen 36^{mm} , hvoraf den graabrune Klo 12^{mm} .

Et Par noget ældre Dununger, der fra Issen til Halefjærenes yderste Spidse maale 226^{mm}, have Underlivets Dun mere fjærlignende, og disse ere tillige blevne noget lysere; paa Ryggen og Overgumpen findes tydelige Tverbaand. Vingefjær og Halefjær korte; paa Issen findes forlængede Dun som Antydning til Fjærbuske. Baghovedets fjærlignende Dun ere nu graabrune med lysere Spidser; Dunene mellem de 2 mørkfarvede Øienkrandse ved Roden mørkt graabrune, men denne Farve er skjult af de hvidagtige Spidser. Overnæbbet endnu noget vinkelformigt, Længden fra Næseborene til Spidsen blot 12^{mm}; Tarsen 39^{mm}, Mellemtaaen 39^{mm}, hvoraf Kloen 13^{mm}.

En Unge, der allerede har fuldt udvoxede Vinger og Hale, har dog endnu Baghovedet bedækket med fjærlignende Dun, der ligesom hos foreg. ere graabrune med hvidgraa Spidser. Legemets Underside er hvidagtig med enkelte svage Længdepletter paa Brystet, og talrige utydelige Tverbaand paa Underlivet. Tarsens og Tærnes Beklædning hvidagtig.

Otus brachyotus, Lin. Lægger i de Aar, hvori den har overflødig Næring, Æg over det normale Antal. I 1866 fandt Dr. Printz i Valdres den 13 Juni et Rede med 8 Æg, hvoraf nogle vare stærkt, andre ubetydeligt rugede; 19de s. M. et andet, hvori laa 4 nysudklækkede Unger, og 4 rugede Æg. Rederne lægges paa tørre Steder i Myrerne mellem *Betula nana*. Den rugende Hun vil kun yderst nødtigt forlade sit Rede, og overstænker den, der nærmer sig dette, med sine Excrementer, medens den kredser i Luften. Æggene ere, ifølge Printz, dels korte (35^{mm} lange, 30^{mm} brede), dels lange (37—39^{mm}, Bredden 29—30^{mm}). Mod Høsten samler den sig i smaa Flokke, inden den drager sydover.

Circus sp., Lin. I Juni 1863 blev i Løjten paa Hedemarken (61° N. B.) fundet af Stud. Grønstad et Rede af en *Circus*art, hvoraf modtoges et Æg, som synes at have tilhørt *C. cyaneus*, Lin. Det er $46\frac{1}{2}^{\text{mm}}$ langt, 37^{mm} bredt, og af Farve smudsig hvidt. Dette er endnu det eneste sikre Exempel paa, at nogen *Circus* har ruget i Landet.

Falco Subbuteo, Lin. Et Ind., der synes at frembyde en begyndende Melanismus, blev skudt ved Christiania den 27 Sept. 1866, og af Stud. Schübeler afgivet til Univ. Mus. Det er en ung Han, der i Størrelse staar ved Siden af en normal Hun; dog har den, sammenlignet med en saadan, noget kortere Vinger ($259\text{—}280^{\text{mm}}$), Hale ($126\text{—}140^{\text{mm}}$) og Næb ($13\text{—}15^{\text{mm}}$). Panden og Issen sort; paa Strubens og Halsens Sider er det normale hvide Felt smudsig graat med svag gulagtig Anstrygning. Det samme er Tilfældet med hele Underlivets Bundfarve; Pletterne paa dette sidste ere store, og fornemmelig paa Brystets Sider næsten sammenløbende. Paa Legemets Overside ere de næsten sorte Fjær kantede med rustbrunt; paa Overgumpen ere de paa samme Maade farvede Bræmme lige til $3\frac{1}{2}^{\text{mm}}$ brede. Vingerne sorte, den yderste Svingfjær med brunlige Stænk paa den indre Fane. Haandens Dækfjær ere 21^{mm} længere end Armens (hos alle de øvrige i Univ. Mus. opbevarede Ind. ere disse af omtr. lige Længde). Fjærene paa Tibia mørkt graaagtige med brunlig Anstrygning og sorte Længdepletter. De undre Vingedækfjær brunsorte med graabrune Pletter. Halefjærene næsten sorte med lysere Spidse og 8—9 graabrune Pletter paa den indre Fane, medens den ydre er næsten uplettet. Halens undre Dækfjær graasorte

uden Pletter. Næbbet blaaagtigt, Tarsen blaaviolet (i tør Tilstand). Tæerne graaligt blyfarvede.

Falco Aesalon, Lin., *lithofalco*, Gmel. Ruger hyppigt paa alle de sydlige Fjeldvidder, helst i de forkrøblede Naaetræer, der findes i Sænkninger paa Vidderne, eller ogsaa i de større Fjeldbirke (*Betula glutinosa* β *alpigena*). Paa Dovre fandtes i Begyndelsen af Juni et Rede af Stud. Théel nær Fokstuen med friske Æg, hvis Længde varierede fra $37\frac{1}{4}$ — $38\frac{1}{4}$ mm., Bredden fra $29\frac{3}{4}$ — $30\frac{1}{4}$ mm. 3 Reder fra de foregaaende Aar laa her i et Dusin Skridts Afstand fra hinanden.

Astur Nisus, Lin. En ung Han, skudt i Omegnen af Christiania 12 Nov. 1869, og afgivet til Univ. Mus., har en Længde af omtr. 298 mm, (medens en ung Hun, skudt paa samme Aarstid, er omtr. 408 mm). Tarsen er 45 mm, Vingens Længde 197 mm, Næbbets Længde til Voxhuden er 10 mm. Oventil er dette Ind. graabrunt med rustrødt Anstrøg paa Halsryggen og mellem Skuldrene, samt blaaligt Anstrøg paa Vingerne; Brystet og Underlivet er bestrøet med store, vinkelformige rødbrune Tegninger, der ere tæt, men noget uregelmæssigt fordelte.

Pernis apivorus, Lin. Endnu i Slutningen af August Maaned findes jævnlig Unger, der endnu ikke have forladt Rederne. I et Par saadanne, tagne af Redet 28 Aug. 1870, var ventriculus udelukkende fuldproppet med Hvepse; af denne Næring vare de dog blevne overordentlig fede.

Fra et Rede, fundet af Forstass. Feragen i Nedenæs i Juli 1866, modtoges de 2 Æg, der i sin Tegning vare særdeles afvigende indbyrdes; det ene (51 — $42\frac{1}{2}$ mm) er næsten normalt med den neppe synlige Bundfarve dækket af mørkt rødbrune sammenløbende Pletter. Det andet

(52 $\frac{1}{2}$ —43^{mm}) har en hvid Bundfarve, og næsten alene i den tykkere Ende bestrøet med de store rødbrune Pletter. Indvendig var Redet belagt med friskt Løv, og laa i en Eg, der ludede ud over en Fjeldvæg.

I Univ. Mus. opbevares 2 Dununger, tagne ved Christiania i Juni 1861. De ere omtr. 8 Døgn gamle; Overnæbbet fra Spidsen op til Begyndelsen af Voxhuden 12 $\frac{1}{2}$ ^{mm}, Tarsen 30^{mm}, Mellemtaaen 36^{mm}. Fødderne, (i tør Tilstand) gulagtige med graagrønne Kløer. Hele Legemet er bedækket med hvidgule Dun, der paa Hoved og Hals ere haarlignende og lange. Trakten mellem Øie og Næb er endnu næsten nøgen; dog kunne sees de vorde Fjærs Blodspoler.

Buteo lagopus, Lin. Bemærkedes hyppigt paa Dovre i Begyndelsen af Juni 1870. Over de store Flader nedenfor Fokstnen saaes stadigt en eller anden med sin svævende Flugt at glide lavt hen over Krattene af *Betula rana* eller Saliceterne, speidende efter Næring; et Individ observeredes, der syntes snehvidt med sort Halespids og sorte Vinger. Flere Haarboller fandtes sammesteds; en enkelt saadan indeholdt 5 Cranier og tilhørende Ben, alle af *Lemmus norvegicus*.

Haliaëtus albicilla, Lin. Er ikke sjelden paa de større Øer udenfor Trondhjemsfjorden, men synes dog her, som overalt langs de sydlige og vestlige Kyster, at være aftaget i Antal i de senere Aar. Paa de af Øerne, hvor der ikke findes Træer eller Fjelde (saasom paa Smølen), ruger den paa Marken. Dens Æglægningstid falder i Løbet af April, ofte i Maanedens Begyndelse.

Peristera Turtur, Lin. Et ved Skiensfjorden i Nov. 1870 skudt ungt Ind., der afgaves til Univ. Mus. (Totall. 274^{mm}, Vingen 168^{mm}, Tarsen 25^{mm}, Mellemtaaen

29^{mm}), havde ventriculus fuldproppet af Frøene af *Polygonum aviculare* og *Persicaria*.

Columba Palumbus, Lin. Langs Vestkysten, hvor den idetheletaget forekommer sjældent, ruger den hist og her, saasom ved Bergen (Friele); en Efternøler blev her skudt 9de Dec. 1870.

Columba livia, Lin. Allerede i 1745 omtales denne Art i de Fine's haandskrevne (siden trykte) Beskrivelse over Stavanger Amt som forekommende paa nogle Steder i Mængde.

Endnu i Aarene 1830 fandtes den, ifølge Prof. Raschs og Adj. Bahrs Observationer, i stort Antal stationær paa den store Rennesø i Stavangerfjorden (59° N. B.). Herfra besøgte de i Flokke de nærliggende Øer Omø, Kloster og Mosterø, samt endog Fastlandet ved Stavanger, hvor de Høst og Vaar plyndrede Beboernes Kornagre, medens de ude paa sine Øer levede for en stor Del af Frøene af *Astragalus glycyphyllos*. Paa Grund af den Skade, de overalt anrettede, bleve de ivrigt efterstræbte, og at deres Antal paa denne Tid var betydeligt, fremgaar deraf, at en enkelt Jæger i Løbet af 2 Dage kunde fælde 70—80 Individuer. Men efter denne Forfølgelse, i Forbindelse med flere strenge Snevintre og fornemmelig Rovfuglenes Efterstræbelser, (især *Astur palumbarius* og *Strix Bubo*), er deres Antal i den Grad aftaget, at de nu inden føie Tid synes ganske at ville forsvinde fra vor Fauna. Paa Rennesø forekomme de dog endnu i ringe Mængde; i Juli 1868 modtog Adj. Bahr et levende Individ, der var fanget paa Klosterø, hvorhen den havde begivet sig fra denne Ø.

Tetrao Urogallus, Lin. Hos de sterile Hun-Individer, der opbevares i Musæerne paa Næs Jernværk og i

Christiania, har Struben altid været rødgul med enkelte draabeformige brune Fjærspoler, Hovedets Sider og Panden uden synderligt sort, og Næbbet brunsort. Ligeledes ere de undre Haledækfjær brune med en sort Plet indenfor den hvide Spidse.

En Unge af en Han, noget mindre end en Rype, (omtr. 350^{mm}), som blev skudt 22de Juni 1868 ovenfor Christiania, havde ventriculus fyldt med Toppe af *Carex pilulifera* og især *pallescens*, Smaastykker af *Pteris aquilina*, en Del Pupper af *Myrmica*-Arter, samt et Par *Hymenoptera*. Næbbet til Maxillens fjærklædte Del 14^{mm}, myxa 12^{mm}. Oversiden er graabrun, fint spættet med hvidagtigt; enkelte fuldt udfarvede sort-, hvid- og brunspraglede Fjære findes paa Ryggen. Struben er ensfarvet hvidgul. Brystet, der er rustfarvet, tegner sig skarpt af mod det øvrige Underliv, har i Midten et sort Felt og et sort Baand paa hver af Siderne. Underlivet graahvidt med brunlige Pletter langs Siderne og uplettet graa Undergump. Halefjærene mørkt brunsorte med smale graagule Tverbaand. Tarsernes Forside tyndt beklædt med graahvide, haarlignende Fjære.

Ofte ere Individider, saavel af denne Art, som af *T. Tetrix*, pludselig bemærkede midt inde i de større Byer, (saaledes ofte i Christiania), enten forvildede af Taage, eller forjagne ved de større Rovfugle.

Tetrao Tetrix, Lin. Af de i Landets forskellige Musæer opbevarede talrige hvidbrogede Varieteter af denne Art kan mærkes en temmelig constant Aberration, hvoraf mindst 8 Individider findes opbevarede, og som alle, saavidt vides, ere skudte eller fangede i Kystegnene omkring Christiansand og Mandal, de fleste (men ikke alle) i de sidste Aar. Hos disse Individider, der alle ere Han-

ner, er Undersiden i Regelen normal; oventil ere derimod hele Oversidens Fjære nedenfor en skarp Linie mellem Skuldrene stærkere eller svagere hvidagtige, med sorte Spoler og sorte Bræmme.

Idetheletaget synes Varieteterne hyppigst at fremkomme i de sydlige Kystegne; herfra faaes ligeledes en anden temmelig constant Albino, der er ensfarvet graahvid uden Pletter. Alle de opbevarede Ind. have ogsaa her været Hanner; et saadant Ind. modtog Univ. Mus. sidste Gang i Dec. 1870 fra Christiansand. Hvidspragtede Hunner ere sjeldnere opbevarede, end Hannerne.

Af de sterile Hunner, som jevnlig bemærkes, have de i Univ. Mus. opbevarede Ind. altid Halens undre Dækfjær hvide, og Strubens nedre Del mere eller mindre hvidagtig.

Tetrastes Bonasia, Lin. Hos en halvvoxen, flyvedygtig Unge, skudt i Nordmarken ved Christiania 25de Juli 1868, indeholdt ventriculus blot Vegetabilia, nemlig en Del umodne Bær af *Vacc. vitis idaea*, flere modne Do. af *Myrtillus nigra*, samt enkelte Frø af *Trientalis europ.*, *Melampyrum sylvaticum* og *Viola canina*. Overnæbbets Længde til Maxillens fjærklædte Del $8\frac{1}{2}^{\text{mm}}$, Tarsen 32^{mm} , Mellemtaaen 31^{mm} ; Størrelsen som en Turteldue. Ryggens Fjære graa, nær Spidsen, (der er brun og sortspraglet), med et bredt sort, fortil af brunt begrændset Tverbaand. Hovedets og Halsryggens Fjære graabrune med sorte Bræmme og Kanter. Struben graahvid, uden sort. Brystets Fjære, der udtil ere hvidgraa, og fornemmelig paa Siderne have gulagtigt Anstrøg, have paa hver Side af Fanerne en stor rundagtig sort Plet. De øvre Vingedækfjær ere i sin ydre Fane fint brunt- og sortspragtede,

i sin indre forsynede med brede brune og sorte Tverbaand; Spolerne graagule. Tarsens Beklædning kort og tynd.

Lagopus subalpina, Nilss. Forek. hyppig, ikke blot paa alle de større Øer udenfor Trondhjemsfjorden, men Hunner med nysudklækkede Unger fandtes i Juni Maaned ogsaa paa ganske smaa lyngbevoxede Holmer, ofte i lang Afstand fra de større Øer; hos en paa en saadan Holme skudt Hun fandtes i Ventriculus nogle Toppe og en Mængde umodne Bær af *Empetrum nigrum*, en Top af *Arctostaphylos officinalis*, mange Blade af *Vaccinium uliginosum* samt en Del Diptera, fornemmelig Tipulider.

Et Par Dununger, omtr. 3 Døgn gamle, tagne i Thelemarken 7de Juli 1867, have blot de første Antydninger til Vingefjær, men ere forresten dunklædte. Næbbet fra Maxillens fjærklædte Del $3\frac{1}{2}$ mm, Tarsen $16\frac{1}{2}$ mm, Mellemtaaen $15\frac{1}{2}$ mm. Panden graagul med sorte Pletter, hvoraf en utydelig findes midt ovenfor Næbbet, og forbinder dette med Issen. Issen castaniebrun, rundt omgivet af et sort Baand, der strækker sig ned over Halsryggen. Hovedets Sider graagule, Struben lysere; over Øretrakten ligesom hos *L. alpina* en uregelmæssig Plet. Ryggen rødbrun med sort Indblanding; paa hver Side af Korsryggen et uregelmæssigt sort Baand. Overgumpen mere rustgul end Ryggen, ligesaa Vingernes Dun, hvis Farve er blandet af brunt og sort. Brystet brungult, Undersiden lysere, men dog med stærkere gulagtig Anstrygning, end hos følgende Art. Tarsens og Tæernes Dunklædning er ganske som Underlivets; Næbbet er sort, Klørne graabrune.

Lagopus alpina, Nilss. Et Par Dununger, omtr. 5 Døgn gamle, tagne i Ronderne i Gudbrandsdalen 15de Juli 1864, have udviklede Svingfjær og øvre Vingedækfjær,

men ere forresten dunklædte. Næbbet fra Maxillens fjærklædte Del $4\frac{1}{2}^{\text{mm}}$, Tarsen 18^{mm} , Mellemtaaen 18^{mm} , Vingen 41^{mm} .

Panden graaagtig med sorte Pletter, hvoraf en midt ovenfor Næbbet er større end de øvrige. Issen castaniebrun, rundt omgivet af et sort Baand, der bagtil forlænger sig nedover Halsryggen. Hovedets Sider og Struben graaagtig med svag brunlig Anstrygning; bag Øinene findes sorte Pletter, som fra Øretrakten og bagover danne et uregelmæssigt Baand. Ryggen rødbrun med svag sort Indblanding; paa hver af Siderne findes en sort Stribe, der begynder paa Skuldrene, og forener sig bagtil paa Overgumpen. Vingerne med udviklede Fjær, der ere graabrune med lysere Kanter; paa de øvre Vingedækfjær ere disse Kanter hvidagtige og brede, og danne allerede et Baand over de sammenlagte Vinger. Overgumpen spraglet af rustbrunt og sort. Hele Legemets Underside samt Tarsernes og Tærnes Dunklædning graa med svag gulbrun Anstrygning. Næbbet sort, Klørne graabrune.

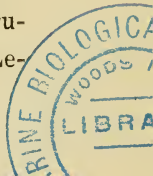
Ortygion Coturnix, Lin. Et Ind., der havde været i Fangenskab, viste sig, da det modtoges i Febr. 1871, at være midt i en Klofældningsperiode, idet de ydre Klør, hvis L. var $5\frac{1}{2}^{\text{mm}}$, vare ganske løse, medens de underliggende og nye allerede havde naaet en L. af $4\frac{1}{2}^{\text{mm}}$. Denne Klofældning synes saaledes, om den end ikke med fuldkommen Sikkerhed kan siges at karakterisere alle Hønsfugle, ikke at være et Særkjende for visse Slægter inden denne Orden. Farven hos dette Ind. havde undergaaet enkelte mindre Forandringer. Istedetfor Sommerindividernes uplettede Strube var denne her i Midten forsynet med en langsgaaende brun Plet, hvis nedre Ende var forenet med de 2 fra Øretrakten skraat nedadløbende

Baand, der hos de øvrige er antydet med en Række fine Pletter paa Siderne af Halsen. Isse, Ryg og Overgump havde ligeledes antaget en noget mørkere Farve, end Sommerdragtens.

Charadrius apricarius, Lin. Talrig paa alle de større Øer udenfor Trondhjemsfjorden, Hitteren, Frøjen, Smølen osv. En Unge, omtr. 18 Døgn gammel, var den 26de Juni fjærklædt paa Isse, Ryg og Underliv; Næbryggens L. 18^{mm}, Tarsen 38^{mm}, Mellemtaaen 30^{mm}.

Den fjærklædte Isse er sort med enkelte gule Straa-
ler, og rundt omgivet af et gul- og sortspraglet dunklædt Baand. Panden hvidgul med et kort sort Baand fra Is-
sen og ned mod Overnæbbets Kam, uden ganske at naa dette; et lignende Baand strækker sig paa hver Side af Mundvigerne ned paa Hovedets Sider. Struben hvidagtig, Halsen mørkgraa med en sort Stribe ned ad Halsryggen. Ryggen fjærklædt (normal Sommerdr.). Overgumpen er tæt dækket af brusende Dun, der ere sorte med graagule Spidser. Samme Farve have de Dun, der sidde i Spidserne paa de 18^{mm} lange, med store gule Pletter forsynede Halefjær. Paa Brystet, der er fjærklædt, skjules den mørke Bundfarve næsten ganske af store bleggule Pletter; paa Underlivet ere Pletterne næsten hvide. Hele Undersiden har desuden Fjærspidserne behængte med tætte graaagtige, med lysere Spidser forsynede Dun. Undergumpens Dun ere graahvide, paa Tibia sorte med gule Spidser. Næbbet sort, Fødderne brunsorte.

Undertiden lægge 2 Hunner sine Æg i det samme Rede. I Juni 1861 fandt Cand. Landmark paa Fjeldene ovenfor Lillehammer i Gudbrandsdalen en Hun, der rugede 8 Æg, som den neppe kunde bedække med sit Le-



geme; af disse tilhørte tydelig de 4, der vare noget rugede, eet Kuld, de øvrige friske et andet.

Eudromias morinellus, Lin. Enkelte Par rugede paa de sydlige Høifjelde langt ned i Birkebeltet. 26de Juni 1864 indeholdt et Rede ovenfor Lillehammer, neppe 3000' o. H., 3 rugede Æg, der hvilede paa et ubetydeligt Underlag af de omkringvoxende Cetrarier og Cladonier; Æggene, hvis Længde varierede fra $39\frac{1}{2}$ — 40^{mm} og Br. fra 29 — $29\frac{1}{2}^{\text{mm}}$, vare mørkt graagrønne med sorte Pletter, fornemmelig i den tykkere Endø.

Paa den ovennævnte Localitet, hvor den ruger aarlig, toges nysudklækkede Dununger 22de Juni 1870; af disse blev en, der kun havde fjernet sig faa Skridt fra Redet, afgivet af Cand. Landm. til Univ. Mus., hvor ligeledes opbevares Unger i 2 forskellige Aldre, skudte af Prof. Esmark ved Vadsø i Østfinmarken i Beg. af Aug. 1866. Til en Sammenligning vedføies følgende Oversigt:

<i>Dununge</i> , 1 Døgn gl. overalt dunklædt.	<i>Unge</i> , omtr. 14 Døgn gl., fjærkl. paa Isse, Ryg, Bryst og Sider, forresten dunkl.	<i>Ungfugl</i> , næsten fuld- voxen, dunkl. paa Pande, Øienbryn, Strube og Bagho- ved, forr. fjærkl.
Næbryggen 6^{mm} , Tar- sen 22^{mm} , Mellem- taaen 17^{mm} .	Næbryggen 13^{mm} , Tar- sen 29^{mm} , Mellem- taaen 23^{mm} .	Næbryggen $14\frac{1}{2}^{\text{mm}}$, Tarsen 30^{mm} , Mel- lemtaaen 24^{mm} .
Panden og Hovedets Sider hvidagtige; et gulagtigt Baand fra Næbryggen til Issen, og et neppe synligt	Panden og Hovedets Sider graahvide; et sort, af gulagtigt omgivet Baand fra Næbryggen til Issen,	Panden dunkl., graa- hvid med en kort sort Stribe (eller Plet) i Midten. Hov. Sider samt Øienbry-

do. fra Overnæbbets Rand til Øiet.	og et lignende fra Overnæbbets Rand til Øiet.	nene graagule; Baandet fra Næbranden til Øiet dannes af uregelmæssige smaa sorte Fjære.
Issen spraglet af sort, hvidt og gulbrunt, i Nakken begrændset af et halvcirkelformigt bredt Baand, der er snehvidt med sorte, smale Kanter.	Issen i den fjærklædte Midte sort med enkelte gulbrunetynde Straaler, i Nakken begrændset af et dunkl. Baand, der er spraglet af hvidt, sort og gulbrunt.	Issen sort med runde gulbrune Pletter, i Nakken begrændset af et dunkl. Baand, der nu er graahvidt med et bredt sort Baand i Midten.
Halsryggen hvidagtig.	Halsryggen graahvid.	Halsryggen graahvid.
Ryggen spraglet af rustgult, sort og hvidt, alle Farver omtr. ligeligfordelte.	Den fjærklædte Ryg og de lange Skulderfjære sorte med graagule Pletter.	Ryggen og de lange Skulderfjære sorte med graagule Pletter.
Gumpdunene hvide med gulagtig Anstrygning.	Overgumpen og det nederste af Korsryggen ere dunkl., spraglete af sort, graahvidt og rødbrunt.	Overgumpen og Korsryggen af Ryggens Farve.
	Halefjærene skjulte mellem Dunene, 5 ^{mm} lange, graagule med sort Baand, og behængte med lange sorte Dun med rødgraa Spidser.	Halefj. fuldt udvoxede (40 ^{mm}), brunsorte med brede graagule Spidser.

<p>Vingedunene stærkt rustgule med enkelte sorte Pletter, Haanden fortil kantet med hvidt.</p>	<p>Vingefjærene 62mm lange, sorte, Haandens Dun fortil hvidagtige; Dækfjærene inderst sorte, i sin ydre Halvdel rødgraa, og behængte med sorte Dun.</p>	<p>Vingen 120mm lang, sort. Dækfjærene bredt kantede med rødgraat, Haandens ydre Kant hvid.</p>
<p>Unders. hvidagtig med svag rødlig Anstrygning; paa Tibia ere Dunene af Ryggens Farve, lange og brusende.</p>	<p>Struben hvidgraa, Forhalsen graasort, nedtil hvidgul. Alle disse Dele ere dunkl.</p>	<p>Struben hvidagtig. Forhalsen graagul med svage sorte Længdestriber. Alt fjærkl.</p>
	<p>Brystet sortagtigt med rødgraa Sideraaler og Kanter. Fjærklædt.</p>	<p>Brystets sortagtige Bundfarve er skjult, især fortil af de brede rødgraa Kanter, der atter i sin yderste Bræm ere ganske smalt kantede med brunsort.</p>
	<p>Siderne og den forreste Del af Underlivet, der er fjærkl., ensfarvet rødgraa; en Kam af graalige Dun bedække Fjærenes Spidser langs Midten op mod Brystet; den bagre Del af Underlivet har brusende hvidgraa Dun, der skjule de nye, hvide Fjære.</p>	<p>Siderne og den forreste Del af Underlivet ensfarvet rødgraa, den bagre Del hvid.</p>

	Undergumpen (dunkl.) spraglet af sort og rustfarvet, samt af svagt graahvidt.	Undergumpen hvid med rødgraat An- strøg.
Næbbets forreste Del blygraa, den indre sort.	Næbbet sort.	Næbbet sort.

Aegialites Hiaticula, Lin. En Dununge, taget paa Hvaløerne 2den Juni 1865, omtrent 8 Døgn gammel, havde Næbryggens L. 12^{mm}, Tarsen 22^{mm}, Mellemtaaen 19½^{mm}; fjærklædte vare Vingerne (40^{mm}) og Skulderfjærene. Panden, Struben og Kinderne hvide; Issen, Ryggen og Overgumpen meleret af sort og graat. Rundt Baghovedet strækker sig et hvidt, oventil af sort begrændset Tverbaand. Ovenfor Brystet strakte sig helt rundt Nakken et nøgent Baand. (Det samme var Tilfældet med en Unge af *Charadr. minor*, omfr. 2 Døgn gammel, taget samme Dag). Skulderfjærene og Vingernes Dækfjær graa-brune med lysbrune Spidser og behængte med graalige, i Spidsen lysere Dun. Vingefjærene brunsorte. Gumpdunene oventil af Ryggens Farve, under sortagtige; Underlivet hvidt; Brystet brunt med lysere Spidser. Næbbet indenfor Næseborene sort, i den ydre Halvdel blegt graagult. Fødderne (i tør Tilstand) rødagtigt graa med sorte Kløer.

Squatarola helvetica, Briss. Individer i Høstdragt forek. aarlig i smaa Flokke i Bunden af Christiafjorden. Den 19de Sept. 1870 blev et Ind. skudt, der endnu tildels havde Sommerdragten tilbage. Det var en gammel Hun; Næbryggens L. 27^{mm}, Tarsen 46^{mm}, Mellemtaaen 36^{mm}, Bagtaaen 3½^{mm}, (Kloen ¾^{mm}), Vingebr. 627^{mm}. Kinderne, samt hele Undersiden ned til Fødderne, vare sorte med enkelte hvide Fjære indblandede; de første

vare altid ved Roden hvide, og blot i sin ydre Halvdel eller Fjerdedel sorte. Paa Overryggen og de lange Skulderfjære vare de hvide Randpletter og Kanter næsten afslidte, og blot enkelte nye hvidplettede Fjære fremkomne. Haledækfjærene vare oventil og under hvide uplettede.

Strepsilas Interpres, Lin., *collaris*, Temm. Forekommer temmelig hyppigt rugende ved Holmer og Skjær mellem Øerne udenfor Trondhjemsfjorden. Et Rede fandtes 14de Juni 1870 under et fremspringende Klippestrykke, vel skjult mellem Stene og Græs. De 4 næsten friske Æg hvilede paa et Underlag af løsrevne Lichener fra de nærmeste Stene, samt smaa Mosstængler og enkelte Straa fra Græstuerne udenfor. Deres L. varierede fra $38\frac{1}{2}$ — 39^{mm} ; Br. 30^{mm} . Bundfarven var gulgraa med svagt grønligt Skjær, og de graabrune og lysgraa Pletter vare stærkt vredne fra venstre op mod høire i Æggets tykkere Ende. Begge Kjøen havde store Rugepletter.

I August og September flokkes de sammen og træffes i store Selskaber paa de flade Havstrande, fornemmelig paa Jæderen; de synes sent at forlade Landet, da de endnu 22de Nov. 1866 bleve truffene udenfor Søndfjord af Cand. Hvoslef.

Haematopus ostralegus, Lin. Forekommer i overordentlig stort Antal langs Landets vestlige Kyster, og i Skjærgaarden udenfor Trondhjemsfjorden mangler den neppe paa nogen større Holme. Nogen Udforing af Redets Hulning med Muslingskaller eller andre Gjenstande saaes aldrig. Ungerne dukke lige til de blive fuldvoxne, og sees undertiden legende og dykkende mellem Stenene for sin Fornøielses Skyld; udvoxede vingeskudte Indiv. kunne blot svømme.

En Dununge, tagen 2den Juni 1870, var omtr. 2

Døgn gammel; Næbryggen 18^{mm}, Tarsen 25^{mm}, Mellem-taaen 19^{mm}.

Hele Oversiden mørkgraa meleret med Dunenes indre sorte Del gjennemskinnende, og deres haarlignende Spidse sort; paa Forhalsen ere Dunene sortagtige. Et smalt sort Baand strækker sig fra Mundvinkelen op gennem Øiet, og fortsætter sig noget bredere bagenfor dette ned mod Baghovedet; paa Issen og Baghovedet sees flere lignende Pletter. Paa Ryggen findes en sort, med gulagtigt kantet vinkelformig Tegning, hvis Toppunkt ligger ovenpaa Gumpen, og hvis Ben ende paa Skuldrene. Hele Underlivet hvidt; langs hver af Siderne strækker sig en sort Stribe til Overgumpen, og begrænder skarpt Ryggens og Underlivets Farve. Vingerne fortil kantede med hvidt, Overnæbbet sortagtigt. Undernæbbet ved Roden og indtil over Midten bleggult, i Spidsen sort. Fødderne gulrøde.

Enkelte Individer overvintre ved de sydvestlige Kyster.

Telmatius Gallinago, Lin. En halvvoxen Unge, taget paa Hvaløerne 9de Juni 1865, havde Næbryggen 36^{mm}, Tarsen 26½^{mm}, Mellemtaaen 30^{mm}. Dragten paa Overgangen fra Dun til Fjærklædning; fjærklædt var Overryggen med de lange Skulderfjære, samt det meste af Underlivet. Hele Hovedet dunklædt; Struben hvidgul, Hovedets Sider og Panden rødbrune. Fra Mundvinkelen udgaar et sort Baand, der deler sig snart i 2 Grene, hvoraf den ene gaar til Øiet, den anden (svagere) hen under Kinderne. Midt paa Panden findes et hvidt Tverbaand, der oventil og nedentil er begrændset af sort. Gumpdunene spraglede af sort, rødbrunt og graat. Brystfjærene brunsorte med brede hvidlige Kanter; Underlivet

i Midten hvidt; paa Siderne ere Fjærene brunsorte med hvide Tverbaand. Ryggen som hos de Gamle. Næbbet sort.

Overvintrer jævnlig i Landets vestlige Dele, saasom ved Bergen (Friele) og i Hardanger (Smf.). Paa Øerne udenfor Trondhjemsfjorden viste den sig rugende i stort Antal.

Telmatias major, Lin. I de sydøstlige Stifter tilhører den som Rugefugl næsten udelukkende Vidiebeltet paa Fjeldene, og ruger paa Lavlandet næsten alene paa enkelte flade Kystøer, saasom paa Hvaløerne. Den 9de Juni fandtes de i fuld Leg i Fokstuemyren paa Dovre.

Scolopax rusticola, Lin. Enkelte Par ruge ovenfor Grangrændsen, hvor Prof. Rasch i 1868 traf flere Kuld i Fjeldene i Thelemarken, omtr. 3000' o. H. Den 9de Juni 1870 bemærkedes flere trækkende Ind. høit ovenfor Naaletrægrændsen i Drivdalen.

Limicola pygmaea, Lath., *platyrhincha*, Temm. I den store Myr, der udbreder sig søndenfor Fokstuen paa Dovre, og hvor denne Art tidligere fandtes rugende i større Antal, synes den at være betydeligt aftaget i de seneste Aar, og blot et enkelt Ind. bemærkedes paa dette Sted i Juni 1870, som fløj op under en brægende Lyd fra Myrens sumpigste Sted. Dette Ind. havde Næbryggens L. 30^{mm}, Længden fra Næseborenes Fremkant 28^{mm}, Tarsen 22^{mm}, Mellemtaaen 20^{mm}, Bagtaaen 6¹/₂^{mm}; myxa, der hos denne Art er forholdsvis længere, end hos nogen anden indenlandsk *Tringa*, maalte i Længde 22^{mm}.

Paa alle Dovres og Langfjeldenes Forgreninger ned i Gudbrandsdalen og Valders synes denne at være jævnt udbredt om Sommeren i Birkebeltet; et paa Fjeldet ovenfor Lillehammer i Juni 1864 skudt Ind. var betydeligt

mindre, end det ovenfor omtalte; L. af Næbryggen var $27\frac{1}{2}^{\text{mm}}$, fra Næseborenes Fremkant 24^{mm} , Tarsen 20^{mm} , Mellemtaaen 18^{mm} , myxa $19\frac{1}{2}^{\text{mm}}$; Bagtaaen som hos det andet.

Calidris arenaria, Lin. Denne Art, der hidtil har været anseet som en i Landet blot tilfældig Besøger under Træktiderne, har i de seneste Aar vist sig i store Skarer om Høsten paa de fladere sydvestlige Kyster. I Aug. og Sept. 1870 blev den paa Jæderen af Gross. Friele truffen dels enkeltvis blandt de øvrige *Tringæ*, dels i særskilte Flokke, der holdt sig saa tæt sammen, at 21 Indiv. kunde fældes i 3 Skud. Et til Univ. Mus. afgivet Ind. havde Næbryggens L. 25^{mm} , Tarsen 26^{mm} . Mellemtaaen $19\frac{1}{2}^{\text{mm}}$. Allerede i Aug. 1868 var et Ind. skudt paa Karmøen af Cand. Landmark, og afgivet til Univ. Mus.; men hos dette har Næbryggen en L. af 23^{mm} , Tarsen 24^{mm} og Mellemtaaen 19^{mm} . Begge de nævnte Indiv. vare, ligesom de øvrige observerede, i fuldkommen Høstdragt.

Tringa Canutus, Lin., *islandica*, Lin. Ind. i endnu fuld Sommerdragt vise sig aarlig enkeltvis blandt de store Flokke, der i August og September slaa ind paa Jæderen og de flade Øer udenfor Stavangerfjorden. Hos Ind. i Overgangsdragten, skudte 30te Aug. 1868 paa Karmøen af Cand. Landmark, havde de nye hvide Fjære begyndt at vise sig paa Bryst og Underliv. Ryg og Skuldre havde endnu Sommerdragten, medens Vinger, Over- og Undergump, samt Halen med dens Dækfjær havde skiftet.

Pelidna subarcuata, Lin. Forekommer aarlig i store Skarer om Høsten paa Jæderen, men Trækket synes at foregaa tidligere, end de øvrige *Tringæ*, og den observeres sparsommere efter Udgangen af Aug. I

Begyndelsen findes Indiv. endnu i Sommerdragt (Bahr, Friele). Den 28de Aug. 1870 bleve 2 Indiv. skudte i Bunden af Christianiafjorden, og af Cand. Landmark afgivne til Univ. Mus.; det ene, en Han, havde en Vingebr. af 406^{mm}, medens Hunnen var noget større, og maalte 411^{mm} i Br. Hos begge var Næbryggen 36^{mm}, Tarsen 31^{mm}, Mellemtaaen 25^{mm}. De vare begge Ungfugle i fuldkommen Høstdragt.

Machetes pugnax, Lin. Omtrent den samme Farve, som bæres af Fjærkraven, findes altid samtidigt ned ad Underlivets Sider, som følgelig variere i den samme Grad; herpaa afgive alle i Univ. Mus. opbevarede Hanner i Vaardragt Beviser. I de sidste Aar er denne Art fundet rugende ogsaa hist og her langs Vestkysten, dog i ringe Mængde, saasom paa Jæderen, (Bahr), hvor den forekommer i store Flokke under Høsttrækket. Under Flytningen vise de sig ogsaa sparsomt oppe paa Høifjeldet, og er saaledes af Forstm. Barth truffen paa Veofjeld i Vaage 3500' o. H.; i 1870 blev et Ind. af Brugseier Drewsen skudt ved Gunstadsæter i Ringebo.

Phalaropus rufus, Bechst., *platyrhynchus*, Temm. Enkelte Individuer synes aarlig at overvintre ved vore sydlige Kyster. Paa Univ. Mus. opbevares 3 saadanne, alle fra Fjorden udenfor Christiania, og alle i Vinterdragt, der fornemmelig er fremtrædende hos 2 af dem, det ene skudt i Dec. 1864, det andet i Dec. 1847. Hovedet er hos disse hvidt med en sort Plet, der bedækker Baghovedet, og fortsætter sig langs Halsryggen ned mellem Skuldrene, hvor den udbreder sig til begge Sider og hvor Fjærene nederst faa rustfarvede Pletter; en anden sort Plet strækker sig fra Øiet ned over Øreaabningen. Ryggen og de lange Skulderfjære næsten uplettet askeblaa, hver Fjær med smaa

hvide Kanter; hist og her findes en enkelt sort Fjær. Vingefjærene sorte, Dækfjærene med smaa graagule Kanter; af Armens Dækfjær ere de inderste nedtil bredt hvidkantede, hvorved et hvidt Tverbaand dannes over de sammenlagte Vinger. Den nedre Del af Ryggen og Overgumpen mørkgraa med rustgule Fjærkanter, Halefjærene brunsorte med hvidgraa Kanter. Underlivet er hvidt med svagt rødligt Anstrøg, fornemmelig paa Forhalsen, hvor der dannes et sammenhængende rødagtigt Baand. Brystets Sider graablaa, og gaa over i Ryggens Farve. Fødderne grønagtigt graa med Flige af samme Farve. Hos det første Ind. er Næbryggen 23^{mm} , Tarsen 20^{mm} , Mellemtaaen 22^{mm} ; hos det andet er Næbryggen 22^{mm} , Tarsen 21^{mm} , Mellemtaaen 23^{mm} .

Hos det 3die, i Oktober 1855 skudte Individ findes endnu noget tilbage af Høstdragten. Her er endnu hele Issen sort med enkelte rustgule Pletter; den sorte Plet paa Halsryggen er nedtil betydeligt bredere, end hos de foreg., og tæt bestrøet med gulbrune Pletter. Ryggens askeblaa Farve er stærkt blandet med sorte Fjære; Underlivet er dog allerede hvidt, og kun paa Forhalsen med rødgraa Anstrygning. Næbryggen 24^{mm} , Tarsen 21^{mm} , Mellemtaaen 23^{mm} .

Totanus Glottis, Lin. En Dununge, taget paa Fjeldene i Ringebo i Gudbrandsdalen 9de Juli 1864, var omtr. 2 Døgn gammel, og havde Overnæbbet 14^{mm} , Tarsen 28^{mm} , Mellemtaaen 30^{mm} , Bagtaaen 7^{mm} . Hovedet hvidgraat med en kort sort Streg fra Næbkammen til Issen; et sort Baand strækker sig fra Overnæbbet hen mod Øiet; paa Issen og Baghovedet findes sorte Tverpletter. Legemets Overside graa med rødagtigt Skjær; af de sorte Tegninger ere nogenlunde sammenhængende en Længde-

stribes, der strækker sig ned langs Halsryggen og fortsætter sig nedad Ryggen til Overgumpen; en lignende begynder under Vingerne, strækker sig langs hver af Siderne, og forener sig under Gumpen, efterat den paa Midten har udvidet sig og indesluttet et Felt af Bundfarven. Over Vingerne strækker sig et smalt Længdebaand ned over Haanden; foran Vingerne paa Brystet findes en sort Plet. Undersiden hvidagtig. Haledunene oventil sortgraa, under lysere. Næbbet sort. Fødderne (i tør Tilstand) grønagtigt graa.

Totanus Calidris, Lin. Yderst talrig ved alle de vestlige Kyster, og saaes ligeledes hyppigt ved Fjeldsøerne paa Dovre og i Opdal i Juni 1870.

En Dununge, omtr. 3 Døgn gammel, havde Overnæbbets L. 14^{mm}, Tarsen 27^{mm}, Mellemtaaen 26½^{mm}, Bagtaalen 8^{mm}. Hovedet gulgraat med en sort Streg fra Overnæbbets Kam til Issen; et sort Baand strækker sig mellem Overnæbbet og Øiet, og fortsætter sig uregelmæssigt bagenfor dette hen mod Baghovedet. Oversiden graa med gulagtigt Skjær; af sorte Tegninger ere nogenlunde sammenhængende en stor trekantet Plet i Baghovedet, et Baand fra Overryggen til hen mod Gumpen, og et lignende, der strækker sig langs hver af Siderne og forener sig under Gumpen. Vingerne farvede som Ryggen med en sort Tegning ned over Armen, og en smalere ned ad Haanden; foran hver Vinge findes en større sort Plet. Undersiden hvidagtig uplettet. Haledunene oventil melerede af graat og sort, under graahvide. Næbbet sort. Fødderne gulagtigt graa (i tør Tilstand).

Totanus Glareola, Lin. Saaes alm. i Beg. af Juni 1870 ved Fokstuen paa Dovre; en skudt Han havde

8de Juni store Rugepletter. I Ventriculus fandtes forskellige Coleoptera, fornemmelig *Otiorhynchus maurus*; Unger, skudte sammesteds 27de Juli 1864, havde endnu Dunene vedhængende paa Halefjærene og i Nakken.

Actitis hypoleucos, Lin. Ved de vestlige Kyster er den ikke hyppig ved Søen, men alm. ved de ferske Vande.

En Dununge, omtr. 3 Døgn gammel, havde Overnæbbet 9^{mm}, Tarsen 21^{mm}, Mellemtaaen 19^{mm}, Bagtaaaen 6^{mm}. Hele Oversiden er fint graameleret, idet Dunene have brunlige Tverbaand og sorte Spidser mod den graa Bundfarve. Af Tegninger findes paa Hovedet et smalt sort Baand, der gaar fra Overnæbbet mod Øiet, og fortsætter sig utydeligt bagenfor dette hen mod Baghovedet; endvidere et smalt Baand langs Midten af Issen, utydeligt forbundet med et bredere nedad Ryggen hen mod Overgumpen. Undersiden er hvidagtig; (hos en Dununge, der netop havde forladt Ægget, var den hvid). Næbbet sort, under lysere.

I Land og Valders har Distriktslæge Printz fundet Æggenes Antal i 33 Reder at være 4; i 2 var der 5; i 1 Rede laa 7 Æg, muligens lagte af 2 Hunner.

Limosa rufa, Briss. I de seneste Aar har denne Art, der tidligere blot viste sig under Træktiderne i enkelte Individuer, forekommet langs Kysterne om Høsten i større Antal. I Aug. og Sept. 1869 fandtes den paa Jæderen i Mængde, og Adj. Bahr fandt blandt de undersøgte Individ. fornemmelig Ungfugle, enkelte ældre i Overgangsdragten, og et enkelt endnu i fuld Sommerdragt. Paa det samme Sted traf Gross. Friele dem atter i Flokke i Aug. 1870, ligesom den samtidig blev skudt paa Hitteren af Præp. Dybdahl. Ved Christiania bleve i Sept. 1870

flere Indiv. skudte, og 2 opstillede paa Univ. Mus. Dette vare Ungfugle af ualmindelig smaa Dimensioner; hos det mindste var Næbryggen 60^{mm}, hos det større 72^{mm}, medens denne hos enkelte ældre Individer er omtr. 90^{mm}; Ventriculus var hos disse sidste fuldproppet af en *Geometra*-Larve, *Lumbrici* og diverse Snegle.

Høsten 1869 blev et Ind. skudt ved Mjøsens Nordende i Nærheden af Lillehammer (Forstm. Barth). Trækket gaar ellers kun undtagelsesvis over Landets indre Dele.

Numenius arcuata, Lin. Overvintrende Flokke ere bemærkede aarlig paa Kysterne af Jæderen, (Bahr).

Forek. undertiden paa Høifjeldet ovenfor den egentlige Trægrændse; i de første Dage af August 1864 traf Forstm. Barth et Par paa Hindflyen i Vaage, omtr. 4000' o. H., og antog, at de her havde ruget.

Grus cinerea, Bechst. Ruger i ikke ringe Antal paa de øde Myrer i de sydøstlige Skovtrakter af Hamar Stift. Omtrent i den øverste Del af Grangrændsen 22de Juni 1870 fandtes et Æg paa en Skovmyr neppe $\frac{1}{2}$ Mil ovenfor Byen Lillehammer, der havde en L. af 102 $\frac{1}{4}$ ^{mm}, Br. 64^{mm}; et andet fra Elverum er 109—58^{mm}.

Ardea cinerea, Lin. I en Coloni ved Gaarden Bringeland i Ryfylke ovenfor Stavanger, som undersøgte af Cand. Landmark 10de Mai 1868, laa 24 Reder i en Del høie Træer af *Fraxinus*, tæt ved Landeveien. Af Rederne laa høist 4 i et enkelt Træ; de vare indvendig temmelig flade og belagte med fine Kviste; de fleste indeholdt Unger, tildels næsten halvvoxne, medens andre havde næsten friske Æg; Antallet var oftest 3 eller 4, i et Rede 6. Hos 8 Æg befandtes Længden at variere

fra 57—63 $\frac{1}{2}$ ^{mm}, Br. fra 37 $\frac{1}{4}$ —43 $\frac{1}{2}$ ^{mm}; den normale Størrelse var L. 62^{mm}, Br. 42^{mm}.

I Sept. 1869 viste 2 Indiv. sig ved et Fjeldvand i Gudbrandsdalen; det ene blev skudt og bragt til Prof. Rasch.

Crex pratensis, Bechst. Enkelte Indiv. foretage om Høsten Vandringer op paa Fjeldplateauerne ind i Birkebeltet, ja stige endog op i Vidieregionen. Saaledes ere flere Individer skudte i Sept. 1868 paa forskellige Steder paa Fjeldene i Thelemarken og blandt de øverste Saliceter i Gudbrandsdalen; i Sept. 1869 bleve Ex. skudte paa Fjeldene i Voss, ligeledes ovenfor Birkegrændsen. De skudte have, forsaavidt de ere blevne undersøgte, været Ungfugle.

En Efternøler blev skudt ved Trondhjem 12te Novbr. 1866. (Lundgr.). Mod Nord er den bem. ved Tromsø i 1868 af Docent Holmgren, dens hidtil bekjendte nordligste Grændse (næsten 70° N. B.).

En Unge, paa Overgangen fra Dun- til Fjærklædning, omtr. 10 Døgn gammel, har Overnæbbets L. 11^{mm}, Tarsen 28^{mm}, Mellemtaaen 34^{mm}; de fjærklædte Dele ere Ryggen, samt Siderne af Underlivet og Brystet i en spids Vinkel op mod Halsen.

Ryggen er mørkt gulbrun med sorte Længdepletter. Hele Hovedet, Halsen, samt Underlivets dunklædte Del (der strækker sig som et nedad i Bredde tiltagende Midtbaand fra Struben til Undergumpen), beklædte med korte brunsorte Dun (afblegede fra Dunungens kulsorte Dun). Overnæbbet (i tør Tilstand) brunligt, Undernæbbet blegult. Underlivets og Brystets fjærklædte Sider lyst rød-gule uplettede.

Ortygometra porzana, Lin. Et Rede, fundet paa Hvaløerne 8de Juni 1865, laa blandt *Phragmites communis*, og hvilede paa den vaade Grund lige i Vandkanten. Af de 2 gjenliggende Æg, hvori Ungernes Piben kunde høres, havde det ene en L. af 32^{mm}, Br. 24½^{mm}, det andet L. 34^{mm}, Br. 24^{mm}; de allerede udklækkede Dununger fandtes svømmende og løbende rundt omkring blandt Rørene. En saadan Dununge, omtr. 1 Døgn gammel, var overalt beklædt med kulsorte glindsende Dun. L. fra Næbspidsen til de yderste Haledun 64^{mm}, til Mellemtaaens Spidse 97^{mm}, Næbryggen 9^{mm}, Tarsen 14^{mm}, Mellemtaaen 18^{mm}. Næbbets Tegning var ganske eiendommelig, idet saavel Over- som Undernæbbets indre Halvdel var blaa-graa, fortil begrændset af et smalt sort Tverbaand, der gik over Næseborene; Overnæbbets Spidse var glindsende hvid, bagtil begrændset af en sort Plet, medens Undernæbbets Spidse var sort.

Fulica atra, Lin. Individer ere ikke sjældent bemærkede langt udover Høsten eller endog overvintrende, ikke blot i Kystegnene, saasom ved Trondhjem, hvor et Ind. blev skudt midt ude paa Fjorden i Slutn. af Decbr. 1870, men ogsaa i Landets indre Dele, saasom i Slidrefjorden i Valdres 1867 (Printz), og det synes at være Isen, og ikke Kulden, som driver dem bort. Om Vaaren ere aarlig Indiv. skudte i de sydlige Kystegne, og den ruger sandsynligvis i de fleste af Landets Egne.

Cygnus musicus, Bechst. De ældre Indiv. overvintre aarlig enkeltvis eller i mindre Flokke paa aabne Steder i Elve og Ferskvande, eller i Fjordene.

Et yngre Ind., men af betydelige Dimensioner, blev skudt midt paa Isen i Bunden af Christianiafjorden 31te Dec. 1869, og afgaves til Univ. Mus. af Stud. Huitfeldt.

Tarsens L. 92^{mm}; L. fra Øiet til Næbspidsen 122^{mm}; Overnæbbets L. fra Næseborenes Fremkant 54^{mm}; dets Negl 20^{mm}, dets Br. ved Roden 35^{mm}, dets største Br. foran Næseborene 32^{mm}; Mellemtaaen 152^{mm}, Bagtaaen 30^{mm}. Næbbet og Kindernes nøgne Hud sort. Hele Legemet blaagraat med indblandede hvide Fjære; mørkest farvet er Issen, der er mørkgraa med lysere Kantstraaler. Hele Underlivet og Halsen næsten ensfarvet hvidgraa; Halsryggens nederste Del mørkt graa; samme Farve have de store øvre Vingedækfjær, der beklæde hele Overryggen med en blaagraa Kappe, hvori findes enkelte hvide Fjær. Vingefjærene hvidgraa med mørkere Spoler; Halefjærene graa med de øvre Dækfjær hvide.

Denne Ungfuglenes Dragt kan bibeholdes indtil langt ud paa Vinteren; i Febr. 1871 blev i et Ferskvand ovenfor Christiania et Ind. skudt, der endnu næsten overalt var jevnt blaagraat oventil, uden at endnu de hvide Fjære vare synlige; alle Fjær var dog stærkt slidte. Tarsens L. hos dette Ind. var 122^{mm}, L. fra Øiet til Næbspidsen 126^{mm}, Overnæbbets L. fra Næseborenes Fremkant 44^{mm}, dets Negl 20^{mm}, Mundvigens L. 97^{mm}, dets største Br. foran Næseborene 28^{mm}; Mellemtaaen 150^{mm}, Bagtaaen 30^{mm}, Totall. 1313^{mm}. Ventriculus indeholdt blot grovt Sand.

Anser cinereus, Mey. Forekommer i stort Antal rugende paa de store Øer udenfor Trondhjemsfjordens Munding, Hitteren, Smølen, Frøjen med deres omliggende Holmer, og synes at være den eneste i disse Trakter forekommende Art, idet neppe nogen af *segetum*-Gruppen her findes rugende. Æggene lægges allerede i April Maa-ned; et Æg, fundet paa Smølen 26de April 1868, har en L. af 87^{mm} og en Br. af 59^{mm}. Den 14de Juni saaes

flere Familier med Dununger, der allerede vare temmelig store, og dukkede med overordentlig Færdighed. Paa flere Øer holdes de tæmmede, efterat være indfangede som Dununger.

Overvintrende Indiv. træffes hele Kysten nedover, idetmindste fra Trondhjemsfjorden af.

Anser brachyrhynchus, Baillon. Endnu er ikke fuldt konstateret, at denne Art har ruget indenfor Landets Grændser; de i Juni 1867 i Østfinmarken skudte Individer have, efter Prof. Malmgrens Mening, paa Grund af dette Aars sildige Vaar været forsinkede under sit Træk til endnu nordligere Trakter, hvilket ikke synes usandsynligt.

Den 20de September 1865 blev et Ex. af en *Anser* skudt ved Christiania (af en Flok, der muligens alle bestode af samme Art). Dette Ind., der blev afgivet til Univ. Mus., er tidligere*) bleven opført som *A. minutus*, men er udentvivl en Form af *A. brachyrhynchus*, muligens et yngre Ind., dog i en fra de øvrige Beskrivelser af denne Art temmelig afvigende Dragt. Næbryggens L. er 38^{mm}, Næbbets Høide 24^{mm}, Bredden 21^{mm}, Tarsen 64^{mm}, Mellemtaaen 60^{mm} med Kloen 9^{mm}, Vingen 411^{mm}, Halen 125^{mm}, Bagtaaen 19^{mm}. Overnæbbet (i tør Tilstand) mørkt rødbrunt med sort Kam, og gulbrune Sider med mørkere Tegninger; Neglen sort. Undernæbbet brunsort. Hoved og Halsryg uplettet mørkt graabrun. Halsen forresten lysere graabrun; Hele Overryggen mørkt graabrun med blaaagtig Glands og lysbrune Fjærbræmme; samme Farve have de inderste Vingedækfjær, hvorimod Armens ere blaaagraa med hvide Fjærkanter, Haandens næsten sorte

*) Se „Norges Fugle og deres geographiske Udbredelse i Landet“, i Forh. i Vid.-Selsk. for 1868, p. 175.

ensfarvede. Vingefjærene mørkgraa med hvide Spoler. Brystet og Underlivet indtil Fødderne lyst graabrunt, men hver Fjær har Spolernes nærmeste Omgivelser utydeligt mørkere. Siderne mørkere graabrune med svagt lysbrune Fjærkanter; foran Tibia findes en hvid Plet; Tibia paa den ydre og indre Side ensfarvet graabrune. Undergumpen fra Fødderne af samt Halens undre Dækfjær ere hvide; Halefjærene graa med smale hvide Fjærkanter og hvid Spidse, som paa de mellemste af Fjærene er mindre mærkelig, men som tiltager i Bredde paa Sidefjærene; (paa den 4de og 5te Halefjær er denne Spidse 14^{mm}). Overgumpen paa Siderne hvid, oventil graa med smale hvide Kanter; Fødderne (i tør Tilstand) smudsig gulgraa; Forsiden af Tarsen bleg graagul, Bagsiden sortagtig.

Anser erythropus, Lin. I Univ. Mus. opbevares en gammel Hun, skudt i Omegnen af Christiania i Oct. 1853, med talrige sorte Pletter paa Underkroppen. Næbryggens L. 35^{mm} , Næbbets Høide 21^{mm} , Bredde 20^{mm} , Tarsen 58^{mm} , Mellemtaaen $55 + 9\frac{1}{2}^{\text{mm}}$; Vingens L. 389^{mm} , Halen 105^{mm} , Bagtaoen 19^{mm} .

Foruden i Finmarkens indre Dele ruger denne Art i mindre Antal i Lofoten. Ved Borgevær ($68^{\circ} 15'$) er den vel kjendt af Beboerne, og flere Par ruge blandt de øvrige Gjæs; Sommeren 1870 modtoges herfra et Par Æg, hvis L. var 67^{mm} , Br. $45-46\frac{1}{2}^{\text{mm}}$. Skallet er grovporet ganske som hos de øvrige *Anseres*. Borgevær turde være denne Arts sydligste bekjendte Sommeropholdssted.

Bernicla torquata, Frisk. Overvintrer i større eller mindre Antal ved vore sydvestlige Kyster, hvor Ind. ofte ere skudte om Vinteren ved Bergen og paa Jæderen.

Vulpanser Tadorna, Lin. Hyppig mellem alle

Øerne udenfor Trondhjemsfjorden. Allerede 16de Juni saaes de første Unger; ved Fiskeværet Sulen i Frohavet toges Dununger den 23de Juni, der vare omtr. 4 Døgn gamle. Tarsen 28^{mm} , Mellemtaaen 25^{mm} , Overnæbbet 20^{mm} , dets Negl 5^{mm} , Undernæbbet $19\frac{1}{2}^{\text{mm}}$.

Panden, Kinderne hen mod Nakken og hele Undersiden snehvid. Hovedets øvre Halvdel brunsort; et bredt Længdebaand af samme Farve strækker sig fra Issen langs Ryggen, udvider sig noget bagtil og dækker hele Overgumpen. Fra dette Midtbaand udgaa 2 brunsorte Tverbaand; et bredt ned over begge Vinger, og et lignende ned over Korsryggen; det sidste, der undertiden er afbrudt ovenpaa Ryggen, fortsætter sig smalt lige ned til Tarsen. Vinger og Tibia ere hvidkantede. Næbbet blyfarvet med graagul Negl, under bleggult, i frisk Tilstand bedækket af en blød Hud. Fødderne blygraa.

Ungerne dukke med overordentlig Færdighed; det synes, som om alle de brednæbbede Ænder som Unger ere forsynede med Fulix, der dog ikke holder Skridt med det øvrige Legemes Udvikling.

Ved Edø udenfor Christiansund fandtes den 2den Juli et Kuld, hvoraf Ungerne allerede var paa Overgang til Fjærklædningen, og af Størrelse som en voxen *A. crecca*. Fjærklædte vare Legemets Sider hen mod Brystet, samt en Plet paa hver Skulder; Antydning findes til Halefjær, der ere 17^{mm} lange, (med de vedhængende Dun 28^{mm}). Overnæbbet fra Panden 38^{mm} , dets Negl 6^{mm} , Tarsen 43^{mm} , Mellemtaaen 45^{mm} , Bagtaaen 14^{mm} , dens Fulix $3\frac{1}{2}^{\text{mm}}$. Oversiden var nu bleven graabrun med hvidlige Tegninger, tydelig fremkommet gennem Afblegning af de mørkt brunsorte Dun i den tidligere Periode; paa Øreaabningen var fremkommet en graabrun Plet. Ryggens

Længdebaand med de tidligere omtalte brede Tverbaand ere stærkt udbredte, saa der af hvidt blot er tilbage en større Plet paa hver Side af Korsryggen. De fjærklædte Sider meget lyst graabrune med brunlige Fjærspoler; hele Undersiden hvid med graalig Anstrygning. Overnæbbet sort med ubetydeligt lysere Negl; øverst mod Panden er det fladt nedtrykt i en Triangel, hvis Sider og en Kjel i Midten ere ophøiede. Undernæbbet blegt hornfarvet, stærkt opadstigende. Fødderne grønagtigt graa.

Anas Penelope, Lin. Særdeles hyppig ved de ferske Vande paa Øerne udenfor Trondhjemsfjorden.

En Dununge, omtr. 3 Døgn gammel, tagen paa Hitteren 26de Juni 1870, havde Tarsens L. 25^{mm}, Mellem-taaen 21^{mm}, Bagtaaen 6^{mm} med en 2^{mm} bred Fulix. Legemets Overside brunsort, Panden, Hovedets Sider og Nakken brungule. Et utydeligt sortagtigt Baand strækker sig fra Næseborenes Rod i skraa Retning under Øinene og ned mod Nakken. Vingerne af Ryggens Farve, men Armfjærenes Dun ere brungule og danne en lys Plet over de sammenlagte Vinger; Haledunen L. 19^{mm}. Legemets Underside gulagtig, Hals og Bryst med rødlig Anstrygning; Undergumpen hvidgraa. Næbryggen 12^{mm}, Overnæbbet sort med en brunrød 5^{mm} lang Negl, Undernæbbet hornfarvet med sorte Rande og en brunrød 4^{mm} lang Negl.

En anden Dununge, omtr. 6 Døgn gammel, taget samme Dag, havde Tarsens L. 28^{mm}, Mellemtaaen 24^{mm}, Bagtaaen 7^{mm} med en endnu blot 2^{mm} bred Fulix.

I Løbet af de 3 Døgn havde Farven forandret sig i følgende: Hovedets Sider rødbrune med gulagtig Anstrygning, og uden Spor af Baand fra Næbbet til Nakken.

Nakken var, ligesom hele Legemets Overside, brunsort; Paa Legemets Overside findes 3 Par Pletter; øverst Armfjærenes Dun, der ere graabrune, og bagtil 2 mørkgraa Pletter paa Korsryggens Sider. Hele Undersiden hvidgraa, Hals og Bryst rødlig graat. Overnæbbet, der var 17^{mm}, var sort, ligesaa dets 6^{mm} lange Negl. Undernæbbets Negl rødbrun, 5^{mm}.

Querquedula crecca, Lin. En Dununge, 1—2 Døgn gammel, taget i Thelemarken 4de Juli 1867, havde Næbryggens L. 10¹/₂^{mm}, Neglen 4^{mm}. Tarsen 18^{mm}, Mellemtaaen 16^{mm}, Bagtaaen 5^{mm}, dens Fulix 1^{mm}.

Oversiden brunsort; Armen bagtil kantet med graahvidt; en Kant af samme Farve findes paa hver Side af Korsryggen. Hovedets Sider og Struben lyst graagule; foran Øiet findes en sort Plet, og en sort Streg forbinde Øiet med Baghovedet. Brystet graagult, Undersiden graahvid med gulagtig Anstrygning; Undergumpens Sider og Tibias ydre Dunklædning brunsort. Næbbet oventil sort, under bleggult; Fodderne blygraa.

Fuligula cristata, Ray. Overvintrer langs Kysten idetmindste op til Trondhjemsfjorden, hvor den er skudt i Dec. 1868 (Lundgr.).

I Valdres blev, ifølge Districtsl. Printz, i Okt. 1867 en hel Flok antruffen fraadsende paa Kornstørene; et Ind. blev skudt.

Et Ind. med en noget afvigende Dragt blev skudt i Christianiaffjorden i Febr. 1871. Det var en gammel Hun, der sandsynligvis havde ophørt at lægge Æg, og for en Del havde antaget Hammens Farver; Hovedet og den øvre Del af Halsen er ensfarvet sort med stærk Glands; omkring Næbbet strækker sig et 8^{mm} bredt Baand,

der er snehvidt, og blot paa Siderne og i Hagevinkelen blandet med smaa sorte Fjære. Halsen og Brystets øvre Del brun, oventil med rødlige, nedentil med hvidagtige Bræmme; det tilsvarende dorsale Parti mere ensfarvet brunt. Issens forlængede Fjære 43^{mm} lange. Størrelsen som en normal Hun; Totall. 413^{mm} , Vingen 197^{mm} , Overnæbbets Br. $22\frac{1}{2}^{\text{mm}}$, Tarsen 33^{mm} , Mellemtaaen $52+8\frac{1}{2}^{\text{mm}}$.

Fuligula marila, Lin. Et Rede, fundet 30te Juni 1870 af Cand. Landmark ved Neverfjeld ovenfor Lillehammer, indeholdt 7 friske Æg, hvis L. varierede fra $63-67\frac{1}{2}^{\text{mm}}$, og Br. fra $43-44\frac{1}{2}^{\text{mm}}$ (som normalt maa ansees $64-43^{\text{mm}}$). Dette Rede laa faa Tommer over Vandkanten paa opskyllede Kviste med store Aabninger mellem sig, hvori Æggene halvt forsvandt; enkelte fastklæbede Fjær kunde opdaget, men intet Spor af Dun.

Fuligula glacialis, Lin. Forekommer aarlig og ruger ved vore sydlige Fjeldvande, hvor den endnu 4de Oct. er skudt i Sommerdragt paa Vangsmjøsen af Prof. Rasch. I Juni 1860 bragtes Han og Hun samt 9 Æg fra en Sø i Jotunfjeldene til Dr. Printz (61°); disses L. varierede fra $49-50^{\text{mm}}$, Br. $36-37^{\text{mm}}$, et enkelt var $53\frac{1}{2}-37^{\text{mm}}$.

Oidemia nigra, Lin. Forsøger undertiden at overvinde paa aabne Steder i Landets indre Dele; 2 Individ. bleve saaledes skudte 10de Dec. 1867 ved Øilo i Valdres (Printz).

Oidemia fusca, Lin. Hannerne følge sine Hunner op til Rugestederne paa Høifjeldene, og forlade dem først, naar Rugningen tager sin Begyndelse. I Begyndelsen af Juni fandtes de parvis i de fleste Fjeldsøer paa Dovre; i Slutningen af Juni viste Hannerne sig i Flokke

paa indtil 40 Stkr. mellem Øerne omkring Hitteren og Frøjen. Ofte kommer den først sildigt paa Sommeren til at rugge: af et i Valders fundet Rede i Begyndelsen af Juli d. A. vare Æggene ubetydeligt rugede. L. af disse $70\frac{1}{2}$ — 72^{mm} , Br. $49\frac{1}{2}$ — $50\frac{1}{2}^{\text{mm}}$.

Somateria' mollissima, Lin. Yderst almindelig ved alle Skjær og Holmer omkring Hitteren. Frøjen og Froerne. De første Unger saaes 20de Juni, men endnu i de første Dage af Juli saaes de gamle Hanner mellem Skjærene. Unghannerne i sin brogede Overgangsdragt vare hyppige i Slutningen af Juni; et Par Individuer, skudte den 20de Juni, havde endnu næsten ensfarvet brunsort Hoved. Den begiver sig ofte op i de ferske Vande for at søge Næring, men ruger her aldrig; ved Bodø har Mr. Godman fundet den rugende ved Ferskvand i en n. Mils Afstand fra Havet.

Et Ind. med ufuldstændig Melanismus („*nigra, collo et abdomine cineris*“) omtales 1764 i Brünnichii Ornith. ber. fra Norge, p. 15.

Mergus Merganser, Lin. En Dununge, omtr. 20 Dogn gammel, skudt i Sætersdalen 10de Juni 1867. har endnu sin fuldkomne Dunklædning, med Undtagelse af de korte Halefjær og disses undre Dækfjær: Overnæbbet fra Pandens fjærklædte Del 32^{mm} , dets Negl 8^{mm} , (27 Par Lameller). Tarsen 36^{mm} , Mellemtaaen 50^{mm} , Bagtaaen 13^{mm} , dens Bredde $5\frac{1}{2}^{\text{mm}}$. Hovedet oventil og Halsryggen rødliggraa; Hovedets Sider, Struben samt Forhalsen hvid, den sidste med graalig Anstrygning. Fra Overnæbbet udgaa bagover 3 parallelle Baand; det øverste er kort, brunsort, og forbinder Øiet med Næbbet; det mellemste hvidt, og fortsætter sig under Øiet til dettes Midte; det

nederste rødbrunt, og udbreder sig over Øretrakten hen mod Baghovedet. Ryggen lyst askegraa; paa Skuldrene foran Vingerne findes en blaagraa, paa hver Side af Overgumpen en større hvid Plet. Vingerne af Ryggens Farve; Haanden kantet med hvidt, hvilket danner en lys Plet paa de sammenlagte Vinger. Halefjærene og disses øvre Dækdun mørkgraa, de undre Dækfjær hvidagtige. Hele Undersiden hvidagtig med svag graalig Anstrygning, der er stærkere paa Siderne; Næbbet sort, Neglen, fornemmelig Undernæbbets, blegere.

Phalacrocorax cristatus, Temm. Saaes enkeltvis eller i smaa Selskaber rundt Skjærene udenfor Trondhjemsfjorden; et Par Indiv., skudte af Stud. Théel 2den Juli, vare Unger fra 1869.

Sterna arctica, Temm., *macrura*, Naum. Særdeles talrig omkring Frøjen og Frøerne; i mindre Antal fandtes den omkring de indre Øer, saasom Hitteren. I Østfinmarken, hvor den er den eneste forekommende Art, ruger den hist og her langt inde i Landet, lige ind ved Karasjok og paa Altenfjeldene, hvorfra Nordvi har faaet dens Æg.

Sterna Hirundo, Gmel. Hyppig omkring Hitteren, men bemærkedes ikke med Sikkerhed ved de ydre Øer. Den syntes stedse at holde til i særskilte Flokke, og adskilte fra foregaaende Art. Den lægger sjelden sine Æg før omkring Midten af Juni.

Hydrochelidon fissipes, Lin., *nigra*, Briss. Omtales allerede i 1767 som bemærket paa flere Steder i Landet af Gunnerus, selv i Finmarken (Leem, Beskr. over Finn. Lapper, p. 289 i Noten).

Larus canus, Lin. Ruger aarlig i de ferske Vande i Trondhjems Stift, saasom i Johnsvand, langt op i Mel-

dalen osv.; i Valdres er den funden rugende i Vangsmjøsen, i Otrovand, samt sidste Gang i Bygdin, hvor Distr.læge Printz fandt dens Æg paa en stor Sten i Søen 23de Juli 1867, (3470' o. H.).

Larus leucopterus, Fab. Af denne Form, der uden Tvivl aarlig besøger de finmarkske Kyster om Vinteren, bleve flere Indiv. skudte ved Tromsø i Dec. 1870, og af Seminariebestyrer Kaurin indsendte til Univ. Mus.

Larus marinus, Lin. Talrig paa alle Øer udenfor Trondhjemsfjorden, hvor den ofte saaes jagende efter Ungerne af forskellige Søfugle, som den siden fortærede paa en Sten eller et Næs.

En Dununge, omtr. $1\frac{1}{2}$ Døgn gammel, toges den 22de Juni paa Frøjen, og havde Tarsens L. 27^{mm}, Mellemtaaen 24^{mm}, Bagtaaen 5^{mm}. Hele Kroppen er dækket af bløde graaagtige Dun, der paa Hovedets Sider have en gulagtig Anstrygning. Legemets Overside er bestrøet med mørke Pletter, der paa Ryggen ere graabrune og svage, paa Hovedet næsten sorte, og danne undertiden korte Tverbaand. Underlivet er hvidagtig uplettet, paa Brystet med gulagtig Anstrygning; Vinger og Hals ligeledes uplettede, men med Dumenes indre mørkfarvede Del skinnende igjennem. Overnæbbet, hvis L. er 16^{mm}, er fra Roden til foran Næseborene samt i Spidsen mørkfarvet, og horngult paa det mellemliggende Stykke, med den endnu gjensiddende graa Næbknold; Undernæbbet mørkfarvet med blegere Tegninger i Randen og sort Spidse. Fødderne mørkbrune.

Lestrís pomarina, Temm. Ved Smølen blev et Ind. skudt af G. Brandt Oct. 1869.

Lestris parasitica, Brünn. Yderst almindelig omkring alle Øerne udenfor Trondhjemsfjorden; de vare yderst lidet sky, og lagde sig ofte umiddelbart foran Baaden. Et Æg fra Froerne er $53\frac{1}{2}$ — 39^{mm} ; paa den mørkt graabrune Bundfarve fandtes sorte og mørkt leverbrune Pletter, samt svage graalige Skalpletter.

Lestris Buffonii, Boie, *longicauda*, Briss., *crepidata*, Brehm. En Flok af denne Art havde i October 1862 forvildet sig op til Christiania, og 2 Indiv. bleve skudte; af disse afgaves det ene, en Ungfugl, af Cand. Hvoslef til Univ. Mus. Overnæbbets L. fra Spidsen til Kjævens befjædrede Del 24^{mm} , Overnæbbets Negl 14^{mm} , Undernæbbets Negl 11^{mm} , Tarsen 43^{mm} , Mellemtaaen 36^{mm} , Vingens L. 306^{mm} . Hele Fjærklædningen brunsort; Panden, Hætten og hele Brystet med yderst smale, lysbrune Fjærkanter; paa Struben og Halsen ere Fjærene smalere, hvorved disses lysere, indre Halvdel bliver mere synlig, og det brune fremtræder her som mørkere Længdestriber. Paa Ryg og Overvingedækfjær ere Kanterne graahvide; disse staa tættest og ere bredest (2^{mm}) paa Overryggen. Legemets Underside har mere eller mindre hvid Indblanding, der paa de undre Haledækfjær, (ligesom paa Overgumpen), blive til regelmæssige hvide 4^{mm} brede Tverbaand. Af Halefjærene rage de 2 midterste endnu blot 25^{mm} udenfor de øvrige. Vingefjærene, samt de forreste lange Dækfjær ere ensfarvet brunsorte; blot de 2 yderste Vingefjær have hvide Spoler; (hos *parasitica* er hos de i Univ. Mus. opbevarede Individer mindst 4, men i Regelen alle Vingefjærs Spoler hvide). Tarsen og Tærnes inderste Led med den indesluttede Svømmehud bleggul, de ydre Led sorte. Næbbets Negl sort, dets indre

Del blyfarvet; Næbbets Bredde $8\frac{1}{2}^{\text{mm}}$. (Hos de gamle *L. Buffonii* er Næbbet helt sort, og 8—9^{mm} bredt, medens det hos *L. parasitica* altid har den indre Del graagul, og en Br. af 11—12 $\frac{1}{2}^{\text{mm}}$).

Procellaria glacialis, Lin. Uagtet denne Art endnu ikke er fundet rugende ved de scandinaviske Kyster, opholder den sig dog i ikke ubetydeligt Antal hele Sommeren over ved de yderste Skjær, især i Vestfinmarken; men den viser sig ogsaa hist og her især paa de gunstige Fiskepladse, i de sydvestlige Skjærgaarde. Paa Storeggen udenfor Aalesund (63°) fandtes den Sommeren 1867 i saa stort Antal, at Besætningen paa et eneste Fiskerskib fangede omtr. 400 Stkr. paa Krog (Olsson, resa etc. i Öfv. af Vet. akad. förh. f. 1867).

Thalassidromas pelagica, Lin. Høsten 1869 bleve Individuer bemærkede saavel ved Stavanger (Bahr), som ved Bergen (Friele). Paa det sidste Sted blev et Ind. fanget levende og bragt til Bergens Mus.

Colymbus septentrionalis, Lin. Særdeles hyppig paa alle Øer udenfor Trondhjemsfjorden, og rugede ved Ferskvandene, ofte hvor disse vare ganske smaa. Saaledes fandtes paa Frøjen 20de Juni 1870 et Par rugende i en Vandsamling af omtr. 20 Alens Udstrækning; Hunnen, som rugede kun 1 Æg, da allerede tidligere 2 Æg vare den frtagne, blev skudt og præpareret, men allerede Dagen efter havde Hannen ført en ny Mage til Stedet. Sin Føde hente de altid i salt Vand.

Et Æg fra Borgevær i Lofoten, fundet i Juni 1870, ($75\frac{1}{2}$ —46^{mm}), er ensfarvet olivenbrunt uden en eneste sort Plet.

Colymbus arcticus, Lin. Ruger i mindre Antal end følgende paa de trondhjemske Øer, muligens ogsaa

ved salt Vand. Saaes dog jevnlig omkring Hitteren, Frøjen etc.

Et Rede, hvori den ene Unge allerede var udklækket, fandtes af Cand. Landmark 22de Juni 1870 ved Neverfjeld ovenfor Lillehammer. Ægget var $86\frac{1}{4}^{\text{mm}}$ langt, $51\frac{1}{2}^{\text{mm}}$ bredt, (hvilket omtr. er den normale Længde); et andet Æg, fundet omtrent paa samme Sted i Juni 1857, er 97^{mm} langt og 55^{mm} bredt. Undertiden lægges blot 1 Æg i Redet; et saadant fandtes paa Øierfjeldene i Gudbrandsdalen 30te Juni 1864, var noget ruget og maalte i L. $79\frac{1}{2}^{\text{mm}}$ og i Br. 52^{mm} .

Alca Torda, Lin. Vinteren 69—70 blev et Ind. skudt udenfor Nedenæs, hvis normalt sorte Farve var ombyttet med en lyst hvidgraa; dette opbevares paa Næs Jernværk.

Uria Troile, Lin. Formen *ringvia*, Brünn., er ifølge Friele talrig om Vinteren i Fjordene ved Bergen, og flere Indiv. fra Omegnen opbevares i Bergens Mus. I Østfinmarkens Fjorde er denne Form sjeldnere, end de øvrige, men bemærket af Nordvi parret med Hovedformen.

Høsten 1867 forekom Hovedformen i ualmindelig stort Antal i Christianiafjorden; en enkelt Jæger skjød en Dag i Dec. 92 St., bestaaende af denne og *Alca Torda*. Blandt de første fandtes en Albino, der afgaves til Univ. Mus.; denne er hvid med svage sorte Fjærstraa-ler paa Ryg og Hoved; Halefjærene sortbrune.

Ensfarvet gulhvide Albinos findes i Bergens Mus. og i Univ. Mus.; det sidstes er skudt ved Tromsø Dec. 1865. Ved Christiansand er et Ind. skudt, som ifølge Clausen paa det normale sorte Felt havde Sepiafarve med svage brune Skyguinger.

Uria Grylle, Lin. Endnu 16de Juni skjødes ved Hitteren et Ind. i Overgangsdragt med hele Underlivet hvidspraglet. Flokke paa 30—50 Stkr. saaes ofte i Sundene i Slutningen af Juni omkring Øerne.

Mergulus Alle, Ray. Et Ind. i næsten fuldkommen Sommerdragt opbevares paa Berg. Mus., skudt i Omegnen i Decbr. 1869; i Østfinmarkens Fjorde forbliver den, ifølge Nordvi, indtil Midten af April.



Nyt Magazin
FOR NATURVIDENSKABERNE
attende Binds 3die Hefte.

E r t s f o r e k o m s t e r

i

S ø n d h o r d l a n d o g p a a K a r m ø e n ,
af

Amund Helland.

Der, hvor Hardangerfjorden ved sit Indløb danner de mange og store Øer, har den mægtige Lerskiferformation fra Høifjeldene sænket sig ned til Havet. Den ligger her som et bredt Belte strækkende sig fra Espevær yderst ved Havet til Varaldsøen i Hardangerfjord. Af den geologiske Undersøgelse ere Grændserne for denne Formation bestemte. Bømmelø, Mosterø, en betydelig Del af Stordø, den sydøstre Rand af Tysnæsø, Halvøen mellem Hardangerfjorden og Bjørnefjorden, Varaldsøen samt mange mindre Øer bestaa af Skifer. Formationen begrændses mod Sydost foruden af Hardangerfjorden tillige geologisk talt af forskellige massive Bergarter. Saaledes af Grundfjeldet og Granit i Troldefjeld i Valestrands Præstegjeld samt af mægtige Granit- og Gabbrofjeld i Kvindherreds Præstegjeld. Hele Strækningen fra Matrefjordens Indløb mod NO til Maurangerfjorden bestaar for største Dele af Granit. Mod NV begrændses Formationen af Gabbro paa Bremnæsø, af Grundfjeldet i Siggen, af Granit i Mænderne paa Stordø, af forskellige

massive Bergarter paa Tysnæsø. Længere mod N optræder Grundfjeldets Bergarter ved Henangervand og Skogseidvand. Disse Grændselinier komme allerede tilsyne paa et almindeligt geografisk Kart. Hardangerfjorden løber mod NO paa denne Strækning, parallelt med Grændselinierne og med Skiferne Strøg. Endskjønt de af Skifere bestaaende Øer undertiden naa en betydelig Høide, saaledes Varaldsøen henimod 2000 Fod, gjælder det dog som Regel, at de af massive Bergarter bestaaende Strækningur ere høiere end Skiferstrækningerne. Den sydøstre Del af Stordøen er den lavest liggende og frugtbareste, og denne Del bestaar af Skifer. Hvor Graniten møder, hæver Landet sig pludseligt til en Høide af over 2000 Fod. Forskjellen i Landets geologiske Bygning gjør sig mægtigt gjældende i Landets hele Beskaffenhed. Ved Hardangerfjorden syd for Varaldsøen ser man svære Granit- og Gabbrofjeld, som Melderskin og Malmangernuten i Kvindherred, længere syd Mandsfjeld og Englefjeld, Fjeld paa en Høide af mellem 3000 og 4500 Fod, medens Kysten mod NV i Ølve Sogn ser forholdsvis lav og uanselig ud. Paa det ledsagende Kart (Fig. 22) er med Linier antydnet Grændsen mellem Skiferne og de massive Bergarter.

Disse Skifere tilhøre sandsynligvis Silur. Under min Deltagelse i den geologiske Undersøgelse har jeg fundet dem liggende umiddelbart over Grundfjeldet ved Gaarden Skogseid ved Skogseidvandets søndre Ende. Ligeledes har jeg fundet Høifjeldskvartsen liggende over dem i en mægtig Formation i Storefjeld i Strandebarm. Forsteninger har jeg ikke fundet, hverken i Skiferne eller i de i Formationen paa flere Steder optrædende Kalkdrag.

Bergarterne i dette Skiferbelte er som oftest glindsende Lerskifere, hyppig fulde af Kvartskjertler; ofte er Skiferne

Chloritskifere; undertiden forekomme Alunskifere; ikke sjelden ere Skiferne haarde og krystallinske, undertiden gneislignende. Kalkdrag optræder paa mange Steder; Kalkstenen er ofte Marmor, som paa Mosterø. Paa det ledsagende Kart ere Kalkdragene antydede ved tykke Linier.

Skifere af lignende Udseende danner ligeledes den faste Grund af en stor Del af Karmøen; her optræder tillige 2 Gabbrofelt et paa den søndre og et paa den nordre Del af Øen. Geologiske Karter vil tydeligst kunne vise de omhandlede Forholde.

Lerskiferformationens Mægtighed er betydelig; i Fjeldet Vesholdo i Strandebarm er den omkring 3000 Fod. Kalkdragene tilhøre den underst liggende Del af Formationen.

Dette Belte af Skifere maa opfattes som et stort Ertsdrag; det er en almindelig Tro blandt det skjærpende Publikum paa disse Kanter, at der gaar et langt Kisleie eller „Kisgang“, fra Bommeløen til Varaldsøen. Forholdet er, at denne Skifer fører Ertse, Kobber-, Svovl- og Jernertse, paa forskjellig Vis. Den hyppigste Forekomst er Svovlkis i Leier midt i Skiferen. Jeg benytter Benævnelsen Leier for disse Forekomster; thi de forholde sig som oftest som Leier, men vise undertiden Forhold, der ere lidet overensstemmende med de Forestillinger, man forbinder med Leiernes Natur. Disse Forekomster have neppe nogen væsentlig Kobbergehalt; Kisen ledsages hyppigt af Magnetjern, saa at en enkelt Grube, der er drevet paa Magnetjern ikke geologisk talt kan udskilles fra Kisforekomsten.

Til denne Forekomst høre følgende Gruber i Retningen fra NO til SV.

Valaheiens Grube* ved Øierhavn paa Varaldsø.

Haukenæs Grube paa Varaldsø.

De med * betegnede Gruber og Skjærp vare i Drift i Juni Maaned 1870.

Hisdalen Skjærp paa Varaldsø.

Svindland Skjærp paa Varaldsø.

Gravdals Grube* paa Fastlandet.

Kristiangaves Gruber ved Kvitebergvandet.

Dalemyr Grube* ved Kvitebergvandet.

Dyraasens Grube i Ølve Sogn.

Jernsmaugets Grube med flere Skjærp i Ølve Sogn.

Nysæter Grube*

Rostnæs Grube

Lillebø Grube

Røklev Grube

} paa Stordø.

Kulleseidskanalens Gruber og Skjærp paa Bømmelø.

Tresvig Skjærp paa Bømmelø.

Vaage Skjærp paa Bømmelø.

Espevær Skjærp* og Kolstø Skjærp paa Karmøen.

Af disse Gruber har Jernsmaugets Grube været drevet paa Magnetjern. De gamle Kristiansgaves Gruber dreves paa Kobber, men Svovlkisens Kobbergehalt viste sig at være uvæsentlig, og Kobberkisen, som slenger med er tilstede i ringe Mængde

Nær beslægtet med denne nævnte Forekomst, sandsynligvis den samme med Hensyn til Oprindelse er en anden, nemlig jevnt kobberholdig Svovlkis i høist uregelmæssige Leier, Lindser eller Nyrrer. Hid hører to interessante Forekomster:

Viksnæs Grube* paa Karmøen med Hinderaker* Grube.

Guldberg* Grube paa Stordøen.

Endskjønt Viksnæs og Guldberg Forekomster hver for sig have mange Eiendommeligheder, har jeg troet det rigtigst at sammenstille dem, da de afvige noget fra de ovenfor nævnte mere normale Forekomster. Kobbergehalten er den samme i begge Gruber, og den er væsentlig, saa at Gruberne

ere baade Svovl- og Kobbergruber; Kiscens Udseende er det samme fra begge Gruber, og de afvige begge ikke lidet fra Leieformen.

Skiferen i denne Egn fører endvidere Ertse ved Kontakt med massive Bergarter. Ved Kontakt med Trapgange findes følgende Forekomster.

Lindø* Gruber ved Bømmelø,

Saxeidbeitelens Skjærp paa Bremnæsø, og Rauklev Skjærp paa Bremnæsø.

Ved Kontakt med Gabbro følgende Forekomster:

Hushougen Skjærp paa Karmø. Sunds Skjærp ved Bolleberg paa Karmø.

Alfsvaags Gruber — Halderaker Skjærp Fylkesnæs Skjærp paa Bremnæsø.

Disse Forekomster, der føre Kobberkis, Magnetkis og Svovlkis, synes at være fattige.

Endelig vil jeg omtale nogle isoleret staaende Forekomster, hvoraf kun en er knyttet til Skiferen, og hvoraf flere ligge aldeles udenfor Ertsdraget: Forekomst af broget Kobbererts og Svovlkis indsprængt i et Lag i Skiferen: alt-saa en fahlbaandlignende Forekomst, eller om man vil, en Kobberskifer; denne Forekomst er repræsenteret af Tveit Grube* paa Huglen.

Forekomst af Kobberkis og Svovlkis (samt gedigent Guld?) i Kvartsgange:

Urden Grube samt Djupevik Grube paa Bømmelø.

Forekomst af Myrmalm i Dagen:

Stangeland ved Kobbervik samt ved Viksnæs.

Forekomst af Titanjern i rene Masser i Gabbro:

Lindedalen* ved Gaarden Bogstø ved Aakrefjordens Indløb.

Endelig Svovlkis i Leie i graa Gneis:

Lindvik ved Sørfjorden.

Mange af de her nævnte Forekomster ere yderst ubetydelige; men jeg har ikke villet undlade at nævne dem; thi i theoretisk Henseende gjøre de alle Fordring paa Opmærksomhed, og dernæst kan man jo ikke vide, om ikke et i Dagen ubetydeligt Ertsleie kun blive „bedre paa Dybet“, saa det engang kan blive en anselig Grube.

Efter denne foreløbige Oversigt vil jeg gaa over til at beskrive de enkelte Forekomster, idet jeg begynder nordostligst i Feltet paa Varaldsø. De ledsagende Snit gennem Ertsforekomsterne gaa efter Skifernes og Kisleiernes Fald og ere saaledes Vertikalsnit lodret paa Strøgretningen. Til Gruberummene har jeg taget saa lidet Hensyn som muligt.

Valaheiens Grube (Fig. 2)

ligger nordostligst i det store Ertsdæg, SO for Øierhavn paa Varaldøen 380 Meter over Havet. En Kjørevei, der er anlagt fra Gruben til Øierhavn, har en Længde af 3 til 4000 Meter, men den direkte Afstand fra Havet er kun det halve af denne Længde. Bergarten, der optræder ved Gruben, er de almindelige Lerskifere afvejlende med Lag af mere krystallinske Skifere undertiden med Øine af Feldspat. Lige ved Ertsleiet ligge Lagene regelmæssigt med Strøg mod VSV 250° Fald mod SSO steilt mellem 50° og 70°. Saavel i Sydost som i Nordvest for Ertsleiet findes Lag af Skifere, der ere bøiede og vredne paa de mest utrolige Maader, saavel i det smaa som i det store. I Skiferen ligger eller rettere staar tre parallelle Leier af Svovlkis, hvoraf det midterste er det mægtigste. I Vest for Gruben tegner disse Leier sig som 3 rustfarvede Baand op efter Fjeldvæggen. Det sydligste Leie staar omtrent 10 Meter fra Hovedleiet med en Mægtighed af 2 til 3 Decimeter og er altsaa af forholdsvis liden Betydning. Nordenfor dette kommer Hovedleiet, og atter 8 Meter

længer nordligt staar det tredie Leie med ubetydelig Mægtighed, omtrent 1 Decimeter. Disse tre Leier staa altsaa parallelt indbyrdes og med Skifernes Strøg i de ovenfor angivne Afstande. Hovedleiet har en overordentlig Mægtighed: i 30 Meters Dyb er det forfulgt i en Længde af 190 Meter efter Strøgretningen med en Mægtighed varierende mellem 5 og 9 Meter. I Dagen har det ligeledes gaaet ud med stor Mægtighed omtrent 3 Meter af Kis, der tildels var uren. Der har her dannet sig Masser af forvittret Svovlkis af et myrmælmlignende Udseende. Mod Øst kiler Leiestedet sig ud i Dagen, og her finder man i dens østre Del Magnetjern, hvilken Erts man ikke har fundet længere paa Dybet. Skiferen falder i det Hængende af Ertsleiet i Dagen 42° , i det Liggende paa samme Sted 70° . Paa Dybet er Faldet blevet steilere, saa at Leiet nu næsten staar lodret. I det Hængende af Ertsleiet har man paa flere Steder Kvartsit. Leiets Mægtighed har hidindtil tiltaget paa Dybet. Ertsen er Svovlkis med en liden Kobbergehalt, som undertiden kan naa op til $2\frac{1}{2}$ Procent. Paa dette mægtige Leie af Svovlkis har man i omtrent 30 Meters Afstand afsynket 7 Skakter, ligesom man har gaaet ind paa Leiestedet med 3 Stoller i forskjelligt Niveau; disse Stoller gaa imod SSO, saaledes at de træffe Ertsleiet i det Liggende. Produktionen antages iaar at ville blive henimod 15,000 Tons.

Bergedals eller Gravdals Grube (Fig. 1)

ligger i SV for Bergedal 135 Meter over Havet i en Afstand af omkring 700 Meter fra samme. Gruben drives paa Svovlkis, der optræder som et Leie i Lerskiferen. Svovlkisleiet samt Skiferen ere gjennemsatte af en Slette, der er opfyldt af en leragtig smulrende Masse. Denne Slette, der gaar tvært over Skifernes og Leiestedets Strøg og Fald, har for-

rykket Leiet omtrent 10 Meter mod SO. Sletten gaar fra NV til SO; Hovedleiet, der ligger paa den sydvestre Side af Sletten falder mod NV; det mindre, forrykkede Leie falder mod SO. Skiferne ved Gruben stryge mod SV 235° , Faldet ved Hovedleiet er mod NV variabelt fra 34° til 60° . I Dagen ved Indgangen til Stollen, der er drevet efter Leiestedets Strøg, staar Kis af 0.9 Meters Mægtighed, og over denne i det Hængende ligger Kvartsit med Mægtighed afvekslende mellem 0.2 og 1 Meter. Dette Lag af Kvartsit følger Leiestedet i det Hængende hele Veien, undertiden dog med Skiferpartier imellem dette og Kisen. I Dagen falder Skiferen med Kisen mod NV, men paa Dybet begynder Leiet at falde stærkere, saa at det snart staar lodret. Hvorledes Skiferen bøier sig sammen med Kisen kan man iagttage i Dagen i Stollens Niveau. Allerede ved Stollens Mundtloch har Skiferen og Leiet i Fyrsten Fald mod NV 34° , men ved Saalen 60° Fald. I henimod 20 Meters Dyb er Leiet aldeles lodret. Leiets Mægtighed er forskjellig; det viser størst Uregelmæssighed i den hængende Side, idet Kvartsiten sætter ind paa og fortrykker det; saaledes er det nogle Meter under det Sted, hvor Faldet blev lodret, kun 0.4 til 0.5 Meter mægtigt, paa andre Steder vider det sig ud til 3 Meter; den sædvanlige Mægtighed er imellem 1 og 1.6 Meter. Mægtigst var det 40 Meter under Stollen. Efter Strøget har man i Stollens Niveau forfulgt det over 30 Meter; mod Sydvest gjenstaar her ved Stollens Ende Kis af 0.4 Meters Mægtighed. Mod SV kiler det sig altsaa ud. I denne Retning kan man ogsaa forfølge rustfarvede Baand hen over Fjeldmarken.

Paa den nordøstre Side af den omtalte Slette finder man Leiet igjen forrykket 10 Meter mod SO. Her staar Leiet med Fald mod SO med 0.5 Meters Mægtighed. Leiet er her forfulgt med en Ort.

Kobbergehalten i Kis fra Gravdals Gruber er ringe, anslaaes i Gjennemsnit til lidt over 1 Procent. Kobbergehalten er større paa enkelte Steder i Leiet, men for Udbredelsen af disse kobberholdigere Partier kjender man ingen Regler. Ertsen drives kun for dens Svovlgehalt. Grubens Dybde er lodret 58 Meter fra Dagen.

De gamle Kristiansgaves Gruber samt Dalemyr
Svovlkis Grube (Fig. 6).

Kristiansgaves Gruber ligge ved den nordøstre Ende af Kviteberg-Vandet i Syd for Gaarden Attramentdalen. Kvitebergvandet er omtrent $\frac{1}{4}$ Mil langt og kun ved en kort Strækning adskilt fra Havet.

Bergarten ved Gruberne er her glindsende Lerskifere, der undertiden nærme sig til Chloritskitere eller Glimmerskifere, de stryge fra NO til SV med meget fladt Fald mod NV mod Kvitebergvandet.

I denne Egn forekomme flere Ertsleiesteder; for Oversigtens Skyld kan opstilles 3 Ertsdrag. Øverstliggende af disse er Vasgruben, der har været i Drift for omtrent 10 Aar siden; den staar fuld af Vand og er saaledes utilgængelig. Leiet strækker sig sandsynligvis ud under Søen. Paa det Ertsdrag, hvortil denne Grube hører, er bygget et gammel Grube, der nu gaar under Navn af Hildrehuset. Her anstaar et rent Leie af Svovlkis af indtil 0.3 Meters Mægtighed. Denne Grube er afbygget ved Fyrsætning, dog sees enkelte Borhul fra sildigere Tid.

Gaar man fra Vasgruben mod SO lodret paa Skifernes Strøg, saa kommer man til det næste, derunderliggende Ertsdrag og støder her først sydvestligst i Draget paa den saakaldte Guldgrube. Her ligger i Retning fra SV mod NO følgende Gruber: Guldgruben, derefter flere mindre Skjærp,

dernæst Lykkens Prøve eller, som den nu kaldes, Stolpegruben, endvidere Anne Bakke og et ganske nyt Skjærp lige ved Vandet. Dette Ertsdrag er maaske det paa Kobber rigeste; thi paa Berghaldene her fandt jeg foruden Svovlkis, kobberholdig Svovlkis og ren Kobberkis. Da Faldet er svagt, blive disse Gruber svagtheldende. efter Strøgretningen udtrukne aabne Rum, der understøttes ved gjenstaaende Bergfæster. Ertsen sidder dels som Svovlkis i rene Leier, dels som Kobberkis indsprængt i Skiferen. De ertsførende Lag i Skiferen kan efter de afbyggede Rum ikke have oversteget 2 Meters Mægtighed. Gruberne ere ialfald nærmest op i Dagen drevet ved Fyrsætning. Lykkens Prøve eller Stolpegruben har i den sidste Tid været lændset, og efter hvad Stigeren ved Dalemyr Grube berettede, skal man kun have fundet et 9 Tommer mægtigt Lag af Svovlkis. I Gruben Anne Bakke stod Gesænkets fuldt af Vand, saa den var utilgængelig. I den nyligt inddrevne Skjærpeort ved Vandet staar et Svovlkisleie af nogle Decimeters Mægtighed.

Endelig ligger som det tredie Ertsdrag underst flere Gruber, af hvilke Dalemyr Svovlkisgrube er den sydvestligste og den eneste, som fortiden er i Drift. Dalemyrgrube er et Leie, der begynder meget smalt ud i Dagen med 3 smaa Lag af Svovlkis af respektive 4, 6 og 3 Centimeters Mægtighed. Gruben er efter Faldretningen afbygget 70 Meter og er ligeledes forfulgt 70 Meter efter Strøgretningen. Ertsleiet ligger ikke med jevne Dimensioner efter Faldretningen, men det „drager“ sig mod NO efter Strøgretningen. Erts anstaar saavel nederst i Gesænkets som mod NO og SV inde i Gruben med en Mægtighed af $\frac{1}{3}$ til 1 Meter ren Svovlkis. Af de gjenstaaende Bergfæster ser man, at Ertsen snart danner et rent Leie uden mellemliggende Skifer, snart at den bestaar af flere ved parallelle Skiferbaand adskilte Lag.

Strøget ved Gruben er SV 220° Fald mod NV 30°. Denne Grubes Kis benyttes ved Lysakers Svovlsyrefabrik, men Gruben producerer meget mere, end Fabrikken forbruger.

Videre ligger mod SO for Dalemyr Grube en ny Grube Homansgrube kaldet, hvor Erts staar ved Gesænk i Dagen af $\frac{1}{2}$ Meters Mægtighed Fremdeles Sindings Minde eller No. 3 med Ertsrand i Dagen af $1\frac{1}{2}$ Decimeters Mægtighed. Endvidere ligger i dette samme Ertsdrag længer NO Gruben No. 2 samt en gammel Grube, der nu kaldes Smiehidlaren; her ere Skiferne overordentlig svagtfaldende, næsten horizontale. Nordostligst i Ertsdraget ligger en Ort, No. 1 kaldet, hvor en liden Kisrand anstaar i Dagen. Den er forfulgt 7 Meter efter Strøget med en Ort. Ertsen i Dalemyr Grube, der fortiden er den eneste, der drives i dette Grubefelt, er fattig paa Kobber. I det midterste Ertsdrag findes paa Berghalden Kvartsnyrer sammen med Kobberkisen.

Gruber ved Lilledale i Ølve.

Nogle hundrede Skridt op i Aasen fra den gamle Postvei ved Roalstvedt i Ølve findes paa vestre Side af Veien en gammel Ort inddrevet i Skifere, der fører Svovlkis og lidt Kobberkis isprængt. Orten er 12 Meter lang og drevet lodret paa Strøget, der her er SV 225° med Fald mod SO 52°. Et lidet Stykke høiere op i Aasen findes paa de samme kissprængte Skikter drevet et nyt Skjærp ligeledes paa den sparsomt isprængte Kobberkis. De kisførende Skikter stryge mod NO og følger man dem tvert over Postveien og et hundrede Skridt op paa den østre Side af Veien, saa støder man paa et større og et mindre Gesænk, der i de sidste Aar ere drevne paa Kobberkis. Svovlkis og Kobberkis sidder her i Skiferen som smale Aarer parallelt Lagene, i Regelen ikke over 1 Centimeter mægtig. Skiferne ere stærkt glindsende

og stryge mod SV 220° Fald mod SO 60°. Mægtigheden af det af Kisaarer gjennemsatte Parti af Skiferen er omtrent 2 Meter i det lille Gesænk. Det større Gesænk er utilgængeligt. Fortsætter man Veien længere mod NO omtrent 100 Skridt, saa passerer man atter et nyere ubetydeligt Skjærp og kommer saa til den gamle Løkkesgrube, der nu staar fuld af Vand, men som sandsynligvis har arbeidet paa en Forekomst analog med den i de to Gesænker omtalte. Gaar man atter fra den gamle Løkkesgrube nogle hundrede Skridt efter Lagenes Strøg, og sætter saa tvert over Lagenes Strøg mod NV, saa støder man paa

Jernsmaugets Grube (Fig. 8).

Denne Ertsforekomst er altsaa ældre end de omtalte Kobberforekomster. Gruben ligger $\frac{1}{2}$ Times Gang ovenfor Gaarden Dale paa den østre Side af den gamle Postvei. Bergarten, som optræder, er de almindelige grønne chloritiske Lerskifere i meget gode Lag; Strøg SV 225° Fald SO omkring 70°. Ertsen, som er Magnetjern, optræder som et udmærket Leie, der staar steilt saasom Lagenes Faldvinkel er stor. Ertsen ledsages af Svovlkis, der sidder dels som Lag afvexlende med Magnetjernet, dels som Striber eller Snorer i Skiferen eller Jernertsen. Det nordvestligste af de optrædende 2 parallelle Leier er det reneste og paa dette er der drevet en Grube af ikke ubetydelige Dimensioner; den var fortiden ikke i Drift og saaledes utilgængelig. Jernertsen synes at optræde i Masse og at være temmelig fri for Svovlkis paa de fleste Steder af Leiet; det sydvestlige Leie er meget uren, saa at det endog har været drevet paa Svovlkis. Af to parallelle Leier, der ere adskilte ved et 10 Meter mægtigt Skiferparti, er altsaa det ene drevet paa Magnetjern, det andet paa Svovlkis. Magnetjernleiet kan forfølges omtrent 100 Meter efter Strøget mod SV, og man kan iagt-

tage, hvorledes dnt kiler sig ud som en smal rustfarvet Stribe af Svovlkis. Jernmalmen ligger ikke lige efter Faldretningen, men den drager sig mod NO i Gruben. Fra Magnetjernleiets nordøstre Ende kan man forfølge rustfarvede Baand mod NO, og forfølger man disse et Par Minuters Gang, saa støder man paa Dyraasens Svovlkisgrube.

Efter hvad der er mig meddelt af Hr. Cand. H. Dahle er Jernsmaugets Grube omtrent 22 Meter dyb; Mægtigheden varierer i Gruben mellem 13 Meter og 7 Meter. Da Gruben blev forladt, stod Ertsen omtrent 7 Meter mægtig. I Strøgretningen er Leiets forfulgt omkring 50 Meter. Ertsen er gjennemsat af mange fede Sletter.

Dyraasens Svovlkisgrube (Fig. 9).

Denne Grube er bygget paa et næsten lodret staaende Svovlkisleie, der er Fortsættelsen af Magnetjernleiets fra Jernsmaugets Grube. Gruben er drevet parallelt Skifernes Strøg og Fald, og de gamle og nye Drifter have en ikke ringe Udstrækning efter Strøget tilsammen omkring 70 Meter. Skiferens og Leiets Strøg er mod SSV 205° Fald mod OSO 80° . Svovlkisen danner et Leie af 2 Meters Mægtighed i Dagen. Gruben selv var utilgjængelig. Striber af Magnetjern gjennemsætter Skiferen i den hængende Side af Ertsleiets. Kisen er temmelig grovkornet og ledsages af Kvarts; den forvitrer let, saa at Elven paa sin Vei ned gennem Dalen fører Jernokker til Havet; Stenene ere hele Veien beklagt med Lag af Jernokker, saa Elven ser ud som en rødbrun Stribe. Svovlkis krystalliseret i Terninger optræder ved Gruben. En ringe Mængde Kobberkis slenger med hist og her.

Foruden de ovenfor nævnte Gruber findes i denne Egn og paa Varaldsøen flere andre lignende Ertsforekomster. Af disse er den vigtigste Haukenæs Grube, som jeg ikke har

besøgt; efter hvad der er mig meddelt, er det en Forekomst i Skiferen som alle de andre Forekomster i denne Egn.

Ved Hisdalen paa Varaldsøen ligeoverfor Gravdal Grube er der paa nogle ertsførende Baand i Skiferen inddrevet 3 over hinanden liggende Orter; Skiferne stryge mod SV 240° Fald NV 60°. Lidet Erts tilstede.

Ved Fosaasen ved Lygrefjorden forekommer et Stykke ovenfor Gaarden ligeledes Partier af ertsførende Skifer. Ertsen, der er Svovlkis med Kobberkis, er sparsom; nogle Orter ere drevne paa Forekomsten. Fald SO 50°.

Et Stykke i Nord for Skjelnæs paa Varaldsøen ved Svindland er et lidet Leie af Svovlkis i de her fladtfaldende Lag af Skiferen.

Et Ertsleie ved Gaarden Mælen i NO for Herandsholmen forekommer i Lerskifer. Ertsen er Svovlkis i et Leie af 1.2 Meters Mægtighed, Fald NV 20°. Rustfarvede Baand kan forfølges til Havet fra Gruben, der ligger i 200 Fods Høide. Paa dette Leie er i gamle Dage inddrevet en Ort.

Rostnæs Grube (Fig. 16).

Omkring Storevand paa Stordø ligger 4 Gruber, der allesammen bryde paa Svovlkis. Rostnæs Grube ligger paa et Næs, der stikker ud mod SV i Storevand. Bergarten er Lerskifer i Skikter med Strøg VSV 250° Fald næsten lodret mod SSO. Gruben er et mægtigt Dagbrud, der strækker sig 50 til 60 Meter efter Leiestedets Strøg. Ledsagende Ertsen forekommer store Masser af Kvarts forurent med Magnetjern. Svovlkis og Kvarts med Magnetjern forekomme i afvejlende lodret staaende Lag med skarpe Grændser. Kisen forekommer ogsaa i mindre mægtige Partier som Aarer eller Snorer i den jernholdige Kvarts. Ertsen har et yderst eiendommeligt Udseende. Ofte er den gjennemsat af

tynde sorte Striber af kulholdig Skifer, der er fordelt med saa smaa Mellenrum, at Kisen stedse springer efter disse Skiver, saa at den ser ganske sort ud. Kun paa Tverbruddet kan man se Kisens egen Farve. Strukturen er ganske tæt, Farven er eiendommelig leragtig graa; almindelig er Kisen fuld af smaa Aarer af Svovlkis med almindeligt Udseende. Saavel Svovlkisen som Blandingen af Kvarts og Magnetjern er hyppig gjennemsat af tynde Aarer af Kvarts. I Grubevæggen staar 3 Svovlkislag af en Mægtighed omkring 1 Meter. 2 smaa Kalkspatgange gennem sætte Forekomsten. I et Druserum i en af disse var Kalkspaten krystalliseret i Romboedre. Nysæter Grube er ligeledes et Dagbrud med en Forekomst som Rostnæs. Ogsaa her ledsages Ertsen af en eiendommelig Blanding af Kvarts og Magnetjern, dog ikke i saa betydelige Masser som ved Rostnæs.

Lillebø Grube (Fig. 14).

I Strøgetningen fra Nysæter Grube ligger Lillebø Grube, hvor man ligeledes har arbeidet paa Svovlkis. Denne Grube udmærker sig ved de umaadelige Masser af Kvarts blandet med Magnetjern, som her optræde. Ertsen forekommer i Skifer. Nærmest Skiferen staar ved den nordnordøstre Side af Leiestedet Svovlkis af indtil 2 Meters Mægtighed; derefter følger den ovenfor omtalte Blanding af Kvarts med Magnetjern ved Gruben med en Mægtighed af 32 Meter. Strøg SSV. Fald VNV 50°. Denne Blanding af Kvarts og Magnetjern, som optræder ved disse Gruber, er tæt, saa at man ikke kan adskille Kvartsen og Magnetjernet. Jeg vil anslaa Gehalten af Jern til 20 pCt; den virker paa Magneten dog ikke meget stærkt; der er hyppig forurennet med Svovlkis og med Aarer af Kvarts. Dette Lag af Kvarts og Magnetjern kan man forfølge i Strøget-

ningen fra Gruben forbi Lillebø Gaard; hvor Fjeldet stikker frem, kan man finde det hele Veien. Har man forfulgt det $\frac{1}{2}$ Fjerdings Vei saaledes efter Strøgretningen, saa træffer man paa Røklev Grube, der har arbeidet paa et Svovlkisleie i denne Masse; Strøget er sydvestligt fremdeles. Videre har jeg forfulgt denne Blanding af Kvarts med Magnetjern $\frac{1}{2}$ Fjerdingsvei ovenfor Røklev Grube, saa at det har en ikke ringe Udstrækning. Hvor jeg ophørte at forfølge det, havde det fremdeles SVligt Strøg og stod lodret. Ved Pladsen Uføre eller Klokkehullet ved Agdesten paa Stordøen er en høist ubetydelig Forekomst af Svovlkis. Kisen sidder som et Lag eller en Aare i Skiferen med en Mægtighed af 2 til 4 Centimer. Strøg SV 230 med steilt Fald mod NV. Paa Tysnæsø ved en liden Vig søndenfor Skjellevig forekommer ligeledes Svovlkis med det samme eiendommelige tætte Udseende som ved Gruberne ved Storevand paa Stordø. Svovlkisen forekommer ogsaa her i flere parallelle ikke synderligt mægtige Lag. Mægtigheden af det kisleførende Parti af Skiferen var 4 til 5 Meter. Svovlkisen ledsages af Magnetkis. Kvarts er tilstede i smaa melkehvide Nyrer eller Aarer. Dette Ertsleiested bedækkes snart efter Strøgretningen, men rustfarvede Baand kan forfølges mod Nord i en ikke ubetydelig Strækning

Den sorte Svovlkis fra Lillebø har jeg analyseret; den indeholdt

Svovl — 44.20 %

Jern — 40.18 %

Kul — 2.60 %

		$\left\{ \begin{array}{l} 11.52 \% \text{ Kiselsyre} \\ 0.34 \% \text{ Jernoxyd} \\ 1.21 \% \text{ Lerjord.} \end{array} \right.$
Bergart	13.07 %	

Kulgehalten i Kisen tyder paa Tilstedeværelsen af Organismer under Kisens Dannels.

Paa Bømmeløen ved Kulleseidkanalen ligger en hel Del Ertsanvisninger. Jeg vil her omtale de Svovlkisleier, som jeg har seet. Lige overfor Melkevig ved Kulleseidkanalen ligger en Grube (Fig. 7) i omtrent 10 Meters Høide over Havet. Ertsen er Svovlkis af en temmelig lys Farve. Bergarten er fremdeles glindsende Lerskifer, men Strøg og Fald er ikke constant med Gruben. Ertsen anstaar i den paa Leiestedet inddrevne Ort med 0.9 Meters Mægtighed. Den er et Leie i Skiferen; men Leiet udsender paa et Sted en Arm af Svovlkis, der gaar tvert over Skiktningen. Denne Arm af Svovlkis, der skyder sig ud fra Leiet, er 1.2 Meter lang; i denne Afstand fra Leiet kiler den sig ud. Efter Strøget kan Ertsen forfølges 7 Meter. Efter Leiestedets Fald er det forfulgt 7 Meter fra Dagen. Ertsen synes at være afskaaret ved en Slette i Enden af Orten.

20 Skridt i Nord for denne Grube findes paa nogle faa faa Kvadrattavnes Areal 4 smaa Svovlkisleier (Fig. 12). Skiferens Strøg er SV 230, Fald mod NV 46°.

Disse 4 Leiers Udstrækning er

Efter Strøget	Mægtighed, hvor den er størst
2 Meter	0.5 Meter
2 Meter	0.3 Meter
1 Meter	0.4 Meter
11 Meter	0.6 Meter.

De kile sig ud til begge Sider efter Strøget med regelmæssigt aftagende Mægtighed fra Midten.

Endnu lidt længer mod N findes atter et Skjærp, der stod fuldt af Vand, idet den kun laa faa Skridt fra Havet. Der har været arbeidet paa tæt og ren Svovlkis.

Ved Tresvig (Fig. 11) paa Nordsiden af Bømmeløen findes i 10 til 15 Meters Høide over Havet en Svovlkisanvisning. Svovlkisen optræder her som 2 parallelle Leier ad-

skilte ved Skifer af $1\frac{1}{2}$ Meters Mægtighed. Forekomsten er kun blottet efter Faldet, og det største Leie kan forfølges $6\frac{1}{2}$ Meter med 3 til 4 Decimeters Mægtighed. det lille $1\frac{1}{2}$ Meter med $2\frac{1}{2}$ Decimeters Mægtighed.

Ved Gaarden Vaage paa Bommelø ligger et Par hundrede Skridt fra Bygningen et Svovlkisleie. Skiferne stryge mod SV 230° , falde mod NV 38° Mægtigheden af Leiet er 0.3 Meter; efter Strøget kan det forfølges 15 Meter, da det bedækkes af Muldjord saavel mod SV som mod NO.

En Forekomst af Svovlkis i Skifer paa Espevær har jeg ikke besøgt.

Efter saaledes at have omtalt en hel Del mere eller mindre betydelige Forekomster af Svovlkis i temmelig regelmæssige Leier, vil jeg gaa over til at beskrive et Par betydelige Ertsforekomster af Svovlkis med en væsentlig Kobbergehalt i høist uregelmæssige Leier. Jeg anser disse for at være af samme Oprindelse og Natur som de hidtil beskrevne Forekomster, men de frembyde saa mange Eiendommeligheder, at jeg ikke har villet sammenstille dem med disse regelmæssigere Leier.

Guldberg Gruber (Fig. 4)

ligge paa Stordøen 20 Minuters Gang fra Lervik; de ligge i en Aas af 60 Meters Høide, der styrter sig brat ned i Havet. Aasen bestaar dels af grønne glindsende Lerskifere dels af Alunskifere med sort eller graa Streg. I øvre Grube, hvis Saale ligger 10 Meter over Havet, staar i Fyrsten Alunskifer med svagt (5°) Fald mod Nordost. Alunskiferen er kispærngt og fuld af Kvartsudskilninger. Der under ligger de almindelige Lerskifere. 0.8 Meter under Grændsen mellem Alunskiferen og Lerskiferen, altsaa i denne sidste, ligger et Kisleie, der i Dagen er 5 til 6 Centimeter mægtig. Dette

var det eneste, der i Dagen antydede Forekomst af Erts. Eftersom man arbejdede sig ind efter dette Leie, stødte man paa flere parallele smaa Lag af Kis, hvilke i en Afstand af 7 Meter fra Dagen paa et ganske kort Stykke dannede et sammenhængende Leie af 1.4 Meters Mægtighed. Dette Leie gaffede sig og kilede sig saa ud i 10 Meters Afstand fra Dagen. Kisen anstaar endnu i Grubevæggen i øvre Grube 0.9 Meter mægtig tildels adskilt ved tynde Lag af Skifer.

Efterat Kisen havde gaffet sig og kilt sig ud, traf man paa 2 smaa isoleret liggende Klumper af Kis, som havde en Længde af 0.3 Meter efter Strøget og 0.1 Meter efter Faldet. Man kan endnu se den øverste af dem gjenstaaende i et Bergfæste i øvre Grube. Disse 2 Klumper laa i en Afstand af 0.1 Meter fra den udkilede Ende af Leiet, og lidt lavere end denne. Hvor Kisen kilede sig ud, var de to Ender adskilte ved Skifer af 1 Meters Mægtighed. Efterat man var kommet $\frac{1}{2}$ Meter længere ind i Fjeldet, traf man paa et nyt Leie 9 Centimeter mægtigt, hvilket fortsatte med svagt Fald 3 Meter og derpaa samtidig med Alunskiferen og Lærskiferen fik et stærkere Fald mod NO, derpaa fortsatte 5 – 6 Meter og saa kilede sig ud. Paa dette Leie er øvre Grube drevet. Ertsen i denne Grube forholder sig efter ovenstaaende som et yderst uregelmæssigt Leie. Efter Strøget er Ertsen i øvre Grube forfulgt 12 Meter, dog af variable Dimensioner.

Foruden denne Ertsforekomst, der er den mindste, har Guldbergaasen 2 andre, der ere udmærkede Nyrer, og som der ikke viste sig Spor af i Dagen. De ligge begge ikke mange Meter fra det oven omtalte uregelmæssige Leie. Den største af disse Nyrer har sin største Længde efter en Retning, der ikke ganske gaar efter Faldretningen fra Øst til Vest. Den var 34 Meter lang, 12 Meter bred, 8 Meter høi.

Snittet gennem Gruben (Fig. 4) træffer denne Nyre i dens østre Del. Den gaar intetsteds ud i Dagen, ligesaa lidt som den staar i Forbindelse med andre lignende Nyrer. Dog skal Strækningen mellem denne Nyre og den anden senere omtalte have været temmelig kissprængt. Skiferens Strøg og Fald modificeres i nogen Grad efter Nyren. Denne Nyre, som man ved Grubedriften traf paa 3 Steder med en Gang, uden at ane, at man kun havde med en sammenhængende Nyre at gjøre, har leveret 6 til 7000 Tons kobberholdig Svovlkis. Den leverede Grubens Eiere en Nettogevinst af 27,000 Spd. Dens Figur er nogenlunde ægformig, idet den paa mange Steder runder sig af op imod Skiferen, men paa flere Steder sender den Grene ud ligesom Følehorn; disse Grene, der ere af forskjellig Mægtighed, følge nogenlunde Skiferens Strøg og Fald; de kile sig snart ud, og man har ved at forfølge dem ikke kommet ind paa nye Leiesteder. Kisen i disse Udgreninger skal have udmærket sig ved en større Kobbergehalt end Kisen i selve Nyren. Foruden denne største Nyre har man i Guldbergaasen tillige fundet en anden af ganske anseelige Dimensioner. Paa Snittet er denne Nyre forrykket 62 Meter mod Vest, forat faa Plads paa Profilet, hvilket man maa erindre, naar man af Snittet vil danne sig en Forestilling om Nyrernes gjensidige Beliggenhed. Denne anden Nyre, der ligger i Øst for den største, er 6.5 Meter høi, 5.5 Meter bred og 14 Meter lang.

Ertsen i Guldberg Gruber er kobberholdig Svovlkis med en Gjennemsnitsgehalt af 4% Kobber. Malmen er undertiden zinkholdig, og Blenden optræder da i Snorer eller Striber i Ertsen.

Det er kun i Lerskiferen i Guldbergaasen, at man hidtil har fundet Kis. Alunskiferen er kissprængt, men i denne har man ingen Kis fundet, hverken i Dagen eller ved

Orter i Gruben. Alunskiferen optræder over Lerskiferen i Fyrsten af øvre Grube og desuden ved Havet lavere end Lerskiferne; dog er Leiningsforholdene her mindre klare, og Alunskiferen er saa snoet og vreden, at Bestemmelsen af Strøg og Fald i denne underste Alunskifer ikke er mulig. Maaske er det en Slette, der adskiller Alunskiferen her ifra Lerskiferen, saa at der ikke kan blive Tale om et bestemt Leiningsforhold.

Viksnæs Værk (Fig. 5)

er det betydeligste af de mange nye Bergværker paa Vest-
 landen; det ligger paa den nordvestre Side af Karmøen
 lige ved Havet, 18 Minuters Gang i SV for Viksnæs Gaard.

Det Ertsleiested, hvorpaa Værket bygger, ligger i Ret-
 ning fra OSO til VNV langs Foden af en liden Aas af 25
 Meters Høide. Ved Ertsleiestedet optræder grønne glind-
 sende Lerskifere med VNVligt Strøg og Fald mod NNO
 sædvanligt steilt 60—70°

I Dagen kan man forfølge Ertsleiestedet efter Strøget
 med veksellende Mægtighed, i Regelen ikke over 1 Meter mæg-
 tigt. Sandsynligvis har det i Dagen i nu afbyggede Partier
 havt en noget betydeligere Mægtighed. Ertsleiestedet er
 her saa vel i det Hængende som i det Liggende begrændset
 af Lerskifere, hvilke Skifere have staaet ved hele Veien
 paa Dybet langs Ertsleiestedet. Disse grønne Skifere staa
 ikke langt ved lodret paa Strøgretningen. Gaar man nemlig
 lodret paa denne mod NNO, saa træffer man allerede i om-
 trent 20 Meters Afstand fra Ertsleiestedets Hængende en
 slet metamorfisk Skifer paa nogle Steder i nogenlunde tyde-
 delige Lag, paa andre er Skiktningen høist usikker. Samme
 haarde Skifer i ligesaa tvivlsomme Lag træffer man ved at
 gaa lodret paa Strøgretningen mod SSV, allerede i omtrent

50 Meters Afstand fra Leiestedet. hvilken Skifer i denne Retning staar ved til Havet. Mod NNO fortsættes de samme Skifere i et kuperet Terrain til Viksnæsvaagen ved Viksnæs Gaard. I det Hængende af Kisen ser man etsteds en blaa Kvartsgang, der kan forfølges i lang Strækning mod OSO helt til Hinderaker Grube, dog ikke continuerligt men opstaaende hist og her i smaa Knatter af variabel Mægtighed. Efter dette overskrider man altsaa ved at gaa fra NNO til SSV følgende Bergarter, som vil sees af det medfølgende Snit. Først haard Skifer, saa grøn, glindsende Lerskifer, gjennemsat af en Gang af blaa Kvarts, saa Ertisleiet, saa atter grøn Skifer og derpaa haard Skifer. Viksnæs Ertisleie har hurtigt udvidet sig mod Dybet, som det ledsagende Snit viser. Dets Mægtighed har beløbet sig til over 20 Meter i omkring 30 til 40 Meters Dyb. Efter Strøgretningen er det forfulgt i 2den Etage 80 Meter; det kiler sig ud til begge Sider efter Strøgretningen; mod ONO er den forfulgt helt til det har kilt sig ud, mod VSV gjenstaar det endnu indtil $\frac{1}{2}$ Meter mægtig. Ertisleiestedet vil saaledes i et Horizontalsnit vise sig som en linseformig Figur. I Grubens øvre Dyb er et Parti grønne Skifere midt inde i Ertismassen, hvilken Skifer imidlertid ikke er isoleret, men sammenhængende med Skiferen udenom Ertsen, saaledes at et Horizontalsnit vil vise Ertsen gaflende sig, førend den kiler sig ud. Et Vertikalsnit, som det her medfølgende, viser ogsaa en lindseformig Figur af Ertisleiestedet, og en fremtidig Drift vil vise, om Linsen har betydeligere Dimensioner efter Faldretningen end efter Strøgretningen. Grubens Dyb er fortiden 70 Meter. Den hele Ertismasse falder som Skiferne meget steilt mod NNO. Langs den hængende Side af Leiestedet findes næsten overalt en blød sæbeagtig talk- eller chloritagtig Masse, der i Regelen er saa blød, at

man kan kna den med Haanden; den er et Par Tommer mægtig. Man vil ved Værket have gjort den Erfaring, at Kisen er mere kobberholdig langs den hængende og liggende Side end i Midten. Grændsen mod det hængende er overordentlig skarp, mod det liggende er Berget mere kissprengt. Smaa Skiferpartier findes hist og her i Grubens vestre Del; dog ere disse høist ubetydelige. Viksnæs Ertsleiested ligger ikke med jevne Dimensioner efter Faldretningen; Ertsen har „draget“ sig mod VNV, saa at den i Strøgretningen har aftaget fra 80 Meter til 60 Meter. Kvartsgange optræde sværmende hist og her i Ertsleiestedet, og disse Gange føre ren Kobberkis. Kalkspat i høie Romboedre er iagttaget i et Druserum. Hovedertsen er Svovlkis, der er jevnt kobberholdig omkring 4 pCt. Svovlkis i store fortrukne stærkt glindsende Terninger ere ikke sjeldne. Kobberkis aldeles ren som oftest sammen med Kvarts optræder ogsaa, og kobberholdig Svovlkis med større Gehalt end 4 pCt findes i større Kvantiteter. Værkets Produktion nærmer sig til op imod 20,000 Tons aarlig. Malmen er undertiden zinkholdig, og man kan finde Haandstykker med en betydelig Zinkgehalt, hvor Kis og Blende sidde i afvejlende Striber.

Grønne glindsende Lerskifere er den almindelige Bergart lige ved Ertsleiet; disse Skifere ere undertiden Chloritskifere, af og til kan man finde Talkskeer paa Berghaldene; disse ere Bergarterne i Leiestedets umiddelbare Nærhed. Ved at drive et Tverslag mod N østenfor Malmen har man truffet paa haard Skifer i 51 Meters Dyb.

At massive Bergarter optræder i denne Egn i betydelig Afstand fra Ertsleiestedet det paa de geologiske Karter afsatte nordre Gabbrofelt paa Karmøen. $\frac{1}{2}$ Fjerdingsvei NO for Gruben optræder et lidet Felt af Gneisgranit, der stræk-

ker sig fra Gaarden Hinderaker ned mod Sydsiden af Viksnæsvaagen. I Grubens Nærhed optræder Gabbro i en liden Fjeldvæg nogle faa Skridt fra Værkets Kontorbygning, ligesom den et Par hundrede Skridt fra Værket liggende Ø Svineøen bestaar af Gabbro af forskjelligt Udseende opfyldt med mange og store Brudstykker af Skifer.

Viksnæs Ertseleiested følger i det store Skifernes Strøg og Fald; Forekomsten kunde kaldes et Leie, dersom ikke dets Dimensioner saavel med Hensyn til Mægtighed som i Strøg- og Faldretningen vare saa variable.

I Retningen mod OSO fra Viksnæs Værk kan man træffe Impregnationer af Kis i Skiferne, og der er paa denne Strækning mangfoldige Skjærp. Af disse er den lille

Hinderaker Grube (Fig. 3.)

det betydeligste; den ligger i Gaarden Hinderakers Udmark $\frac{1}{2}$ Fjerdingsvei fra Viksnæsvaagen. Bergarten er de samme grønne Skifere som ved Viksnæs. Skiferne stryge mod VNV med stærkt nordostligt Fald. I Gruben findes disse Skifere langs den hængende og liggende Side. Desuden optræder i Gruben en tæt og haard Kvartsit, der staar i Saalen og i den liggende Side ved Saalen. Ertsen, der er kobberholdig Svovlkis af samme Udseende som den ved Viksnæs, optræder paa 2 Steder nemlig i den nordre Side af Gruben 0.7 Meter mægtig og ren. Endvidere optræder den i den søndre Side 1 Meter mægtig forurennet med Kvartsit. Efter Strøget kan Ertsen kun forfølges 4 Meter maaske bøiende sig om Kvartsiten. Gruben, der er $8\frac{1}{2}$ Meter dyb, er en Skakt.

I Dagen var her intet sammenhængende Kisleie, men kun kisprengete Lag. Fundet af Erts i Hinderaker Grube har bragt det synkende Mod hos Skjærperne paa

Karmøen atter til at stige. Under en Vandring i Strøgetningen fra Viksnæs Værk kunde man i Sommer træffe skjærpemde Mænd adspredte bort over Markerne. De brøde paa kisserpængte Lag i Skiferen.

Af Svovlkisforekomsterne paa Grændsen mellem Trapgange og Skifer er Lindøens den betydeligste. Lindøen ligger imellem Bømmeløen og Bremnæsøen; Gruberne ligge paa den nordre Side af Øen. Her findes to større Gruber og 3 mindre bearbejdede Skjærp. Bergarten paa Øen er dels slette metamorfiske Skifere uden god Lagning. Strøget synes at være mod SSV med steilt Fald. I samme Retning gaar ogsaa et Tog af Grønstengange. Svovlkisens Forekomst synes at være knyttet til Grændsen mellem disse Grønstengange; dog optræder Ertsen ogsaa temmelig ren i selvstændige Partier. I den saakaldte Storgрубе staar Kisen med en Mægtighed af $1\frac{1}{2}$ Meter i Grubevæggen, men de afbyggede Rum synes at tyde paa en større Mægtighed. Kisen har et lyst og blegt Udseende og holder ingen Kobber. Grønsten- eller Trapgange som disse paa Lindøen optræde almindeligt i denne Egn. De ere yngre end Gabbroen paa Bremnæsø, thi denne er gjennemsat af lignende Trapgange.

Ved Gaarden Saxeid i et Fjeld, som hedder Rauklev, ere nogle Ertsanvisninger, der ligeledes ere knyttede til Trapgangene. Her optræder paa en Side af Trapgangen Svovlkis i en sammenhængende Masse af 0.6 Meters Mægtighed. Magnetkis optræder for sig selv, ligeledes ved Trapgangen; den findes i Klumper hist og her indsprenget med Kobberkis. Paa disse Anvisninger er der inddrevet 2 Orter; en

paa Svovlkisen i omtrent 30 Meters Høide over Havet og en paa en Magnetkisklump i omtrent 25 Meters Høide.

I Saxeidbeitelen, et Fjeld NO for Gaarden Saxeid, optræder mægtige Trapgange, der ligeledes føre Svovlkis i en sammenhængende Masse. Forekomsten er ubetydelig.

Grændseforekomsterne mellem Gabbro og Skifer føre altid ren Kobberkis, men ikke i store Mængder.

Hushougen Skjærp

paa Karmøen ligger i Syd for Gaarden Eide i Udmarken. En liden omtrent 13 Meter høi Knaus bestaar af Lerskifere, og i Foden af denne staar en massiv temmelig finkornig Gabbrobergart. Langs Foden af Knausen strækker sig en Myr. Skiferne falde mod NO 40°. Hvor Skiferen støder op til Gabbroen, fører den Ertse, Kobberkis og Svovlkis. Svovlkisen ledsages af fine Hornblendenaale indtil 12 Millimeter lange. Det ertsførende Parti af Skiferen kan forfølges 3 til 4 Meter langs Grændsen mellem Skiferen og Gabbroen. Mægtigheden af det ertsførende Parti naar op til $\frac{1}{2}$ Meter. Paa denne Forekomst er udbrudt et lidet Gesænk efter Faldet. Et lidet Stykke længer mod Vest er Skiferen rustfarvet og kisførende ligeledes paa Grændsen. Gruben ved Gaarden Østrem paa Karmøen har sandsynligvis arbeidet paa en lignende Forekomst, men Gruben, der er omtrent 6 Meter dyb, stod fuld af Vand, saa den var utilgjængelig.

Sunds Skjærp (Fig. 17)

Ved Bolleberg ligger i Karmøens nordre Gabbrofelt, SO for Gaarden Sund. Ved Foden af en Gabbrokuppe af 11 Meters Høide forekommer et Skiferbrudstykke, der stryger mod VNV med et næsten lodret Fald ind under Kuppen. Dette Brud-

stykke kan forfølges 10 Meter i Dagen efter Strøgretningen. Brudstykket, der i Gesænkets Side anstaar med en Meters Mægtighed, fører Kobberkis og Svovlkis. I Gesænket, der er 3 Meter dybt, skal Kobberkisen være aftaget, og Arbeidet af denne Grund være indstillet. Kobberkisen ledsages af Mineralen Hisingerit.

Alfsvaags Gruber.

Paa Gaarden Alfsvaags Udmark findes flere Kobberanvisninger. Ved Gruben optræder Skifer og Gabbro, saa man kan opfatte Forholdet, enten som om Skiferne vare gjeennemsatte af mange og mægtige Gabbrogange, eller som om Gabbroen førte mange og store Brudstykker af Skifer. Da Gabbro er den almindelige Bergart i Omegnen er den sidste Betragtningssnaade maaske rigtigst. Skiferne føre Ertse med Kvarts, Kobberkis, Magnetkis og Svovlkis. De med Ertse impregnerede Skifere tegne sig i Dagen som rustfarvede Baand. Forsøgsarbeider ere gjorte paa 4 Steder her i Udmarken. Gruberne stode fulde af Vand og vare saaledes utilgængelige.

Halderaker Skjærp (Fig. 19)

ligger 15 til 20 Skridt fra Havet et kort Stykke NO for Halderaker Gaard. En Gabbrogang gjenemsætter her Skiferen, der er uden gode Lag. Gabbrogangen er omtrent 4 Meter mægtig og fører i Midten 2 Skiferbaand af ringe Mægtighed. Disse Skiferbaand saavel som selve Gabbrogangen føre hist og her Kobberkis, Magnetkis og Svovlkis.

Fylkesnæs Skjærp (Fig. 15).

I en Gabbroknaus af omtrent 10 Meters Høide over Havet forekommer et Skiferbrudstykke af $1\frac{1}{2}$ Meters Mægtighed. Dette Skiferstykke, der efter Strøget kan forfølges tvert igjennem Gabbrokuppen, en Strækning af 160 Skridt, fører

Kobberkis og Magnetkis. Kobberkisen er tilstede i ringe Mængde ved disse Forekomster.

Blandt de isoleret staaende Forekomster er den vigtigste Tveit Grube paa Huglen (Fig. 13).

Denne Grube ligger paa Huglerø i en liden Aas, som stiger op af Vandet ved Tveit ved dettes nordvestre Ende; den ligger nogle hundrede Skridt fra Havet. Aasens Bygning er simpel og iøinefaldende. Underst ligger hvid Kalksten, der danner det liggende af det ertsførende Lag; over denne ligger Skifere bestaaende af kvartsrige Ler skifere eller Glimmerskifere; disse føre hist og her indsprængt i Klatter broget Kobbererts samt lidt Kobberglands samt meget Svovlkis. Over det ertsførende Lag, der er af noget variabel Mægtighed omkring 3 til 4 Meter, ligger blaa Kvartsit i en Bænk af 7 Meters Mægtighed. De almindelige Skifere danne saavel det Hængende som det Liggende af hele Aasen, idet de optræde med Fald mod NV saavel vestenfor som østenfor Aasen. Det ertsførende Lag stryger som selve Aasen mod SV 230° og falder mod NV forskjelligt fra 45° til 20° . Af Ertsen er Stykker saa store som et Hønseæg sjældne; Tyet, som bringes ud af Gruben er ikke rigt, neppe i Gjennemsnit over 1 Procent, men rimeligvis holder det ertsførende Leie ved i stor Udstrækning, da Fjeldbygningen er saa regelmæssig. Svovlkis ledsager Kobberertsen; den optræder i større krystallinske Stykker; hyppig sidder Svovlkiskystraller midt inde i den brogede Kobbererts. Krystallerne ere Oktaedret og Pentagondodekaedret udviklede i Ligevægt, saa at Ikosaedret fremtræder. Krystallernes Størrelse er forskjellig indtil en Hasselnøds. Blyglands i meget

smaa Mængder kan man finde hist og her; men Kobberkis synes ganske at mangle.

Leiestedet afbygges ved Gesænker efter Faldet, idet Bergfester lades igjen til Understøttelse af det Hængende.

Urdens Grube (Fig. 18)

ligger paa Bømmelø. En Kvartsgang af 2 Meters Mægtighed rager paa en lang Strækning op som en Kam, paa begge Sider omgivet af Skifer af variabel Mægtighed indtil $1\frac{1}{2}$ Meter. Fjeldet udenom er Gabbro. Gangen stryger mod VNV med steilt Fald mod NNO. Gangen fører hist og her Kobber- og Svovlkis, men ikke i synderlig Mængde. Sandsynligvis fører denne Gang gedigent Guld; thi Universitets Mineral-samling eier et Stykke Guld, der angives at være fra en løs Sten ovenpaa denne Gang. Svovlkisen holder Guld, men i ringe Grad; en Prøve, som jeg underkastede Kisen, gav kun 100000 Guld. Gedigent Guld har jeg ikke kunnet opdage i Gangen.

Nordenfor denne Grube fremdeles i Gaarden Urdens Udmark ved Djupevik er der ligeledes brudt paa Kobber- og Svovlkis i Kvartsgange.

Ved Stangeland (Fig. 20)

paa Karmøen ikke langt fra Kobbervik forekommer Myrmalm. Øverst i Dagen ligger græsbegroet Muldjord 1 Decimeter mægtig. Derunder ligger Myrmalm sammenkittende Rullestene af Størrelse mellem et Dueæg og Hønseæg. Myrmalmen er gjennemsat af fine Plantetrevler. Myrmalmens Farve er brunligsort, Stregen brungul, Glandsen stærk Fedtglands, Haardheden Kalkspatens. Under Myrmalmen ligger et 2 Meter mægtigt Lag af Sand og Aur. Det hele hviler paa de her almindelige Skifere. Myrmalmens Mægtighed er $1\frac{1}{2}$ De-

cimeter, og Forekomsten er saaledes yderst ubetydelig. En Torvmyr, der ligger lidt høiere end Forekomsten, har sandsynligvis Vandsig ned over denne. De Myrmalmen gjennem-sættende Plantetrevler have under sin Forraadnelse rimeligvis udfældt Jernertsen af Vandet fra Myren.

En lignende Forekomst af Myrmalm har jeg seet lige-ved Viksnæs Værk, her hvilende lige paa Fjeldgrunden uden mellemliggende Sand og Aur.

Lindedalens Skjærp

ligger ved Gaarden Bogstø paa Halvøen mellem Matrefjorden og Aakrefjorden. Her optræder som almindelig Bergart en grovkornet Gabbro bestaaende af Hypersten og Labrador, samt som meget hyppig Bestanddel Titanjern, hvilket i Lindedalen nogle hundrede Skridt syd for Bogstø er udskildt i rene Masser. Paa denne Ertsforekomst er drevet et Dagbrud. Gabbroen i Bruddets Sider holder næsten Halvdelen Titanjern. Midt i Bruddet staar ren Jernerts med omtrent 4 Meters Mægtighed. I Strøgetningen, det vil sige i Leiestedets Længderetning, kan Forekomsten forfølges 10 Meter, da den bedækkes. Forekomsten kan kortelig karakteriseres som Titanjern udskildt i rene Strengs i Gabbro. Bruddet ligger nogle hundrede Fod over Havet meget nær Fjorden.

Lindvig Grube

ved Sørfjorden i Hardanger ligger 200 Fod over Fjorden i Nord for Gaarden Lindvik. Denne Grube har brudt paa et Svovlkisleie i en Bergart, der nærmest maa kaldes graa Gneis. Lagene falde mod VSV 15°. Kisen forekommer her i et Leie, der har samme Karakter som Svovlkisleierne i Ler-kiferen og kunde sammenstilles med disse, hvis det ikke

forekom i en Bergart, der pleier at tilhøre Grundfjeldet. Leiet er afbygget i en ikke ubetydelig Strækning efter Faldet. Mod Syd gjenstaar Leiet 0.6 Meter bredt; men de afbyggede Rum tyde paa en meget større Mægtighed. Kvarts er fint blandet med Ertsen, og Kobber synes ikke at være tilstede.

De ovenfor først beskrevne Svovlkisforekomster følge, som det vil sees, Skiferne's Strøg og Fald; Strøget er i hele Feltet mod SV; paa Varaldsøens Nordside mere vestligt, næsten VSV, medens det paa Fastlandet i Ølve er mere sydlige ofte mod SSV, paa at det hele Ertsdrag maaske svinger en Smule mod Syd. Leierne kunne imidlertid i Regelmæssighed ikke sammenlignes med de i Egnen optrædende Kalkstene; de have en forholdsvis liden Udstrækning i Strøg; som Ækvivalent for de udkilede Leier har man da de lange rustfarvede Baand. Endvidere har jeg stødt paa Uregelmæssigheder, som gjør det betænkeligt uden videre at kalde disse Forekomster Leier. Saaledes viser et Snit gennem et Ort ved Kulleseidkanalen, (Fig 7), hvorledes det regelmæssige Leie pludseligt udskyder en kort Arm tvert over Skiferne. Imidlertid er saadanne Forhold Undtagelser, og Benævnelsen Leier bliver for disse Forekomster den mest betegnende, men man maa tilføie, med liden Udstrækning efter Strøget og med variabel Mægtighed i Strøg og Faldretning.

Et andet Forhold, som disse Leier vise, er den saakaldte Dragning af Leiet, idet det ikke ligger med jevne Dimensioner paa begge Sider af Faldlinien, men drager sig til den ene eller anden Side efter Strøget. Vi har her den gamle Lignelse med en Lineal, der er stukket paa skraa ind gennem Bladene i en Bog, hvor Linealen forestiller Kisleiet og Bogens Blade Skiferens Lag. De trondhjemske Ertsleiesteder

vise det samme Forhold. En saadan Dragning af Ertsen finder Sted ved flere Leier. Gravdals Kisleie drager sig mod SV, Dalemyrs mod NO, og Leiet ved Jernsmaugets Grube drager sig ogsaa mod NO.

Med Hensyn til disse Leiers Plads i Lerskiferformationen, saa kan den ikke angives med stor Bestemthed, da Forsteninger mangle. Imidlertid er der paa denne Strækning en god geologisk Horizont i de i Formationen optrædende Kalklag. I Ølve Sogn og paa Varaldsøen optræder 2 parallelle Kalkdrag med Strøg fra SV mod NO. Det sydøstligste af disse findes ved Ulvenæs og gaar her ned i Havet, men det kommer op igjen paa Varaldsøen ved Skjelnæsodden og fortsætter herfra mod NO over Dypslund, hvor der forhen har været brændt Kalk; videre har jeg truffet det ved Aakre et kort Stykke over Havet. Dette Kalkdrag har paa hele Strækningen Fald mod NV. Det andet Kalkdrag har jeg under min Deltagelse i de geologiske Undersøgelser fundet ved Øierhavn paa Varaldsøen med Fald mod SO; det strækker sig mod SV langs Øierhavn Vand. Endvidere har jeg paavist Kalksten ved Gaarden Fosaaen ved Lygrefjorden og under Gaarden Sundfjord i Ølve ved Haavik Vand; fremdeles sydvestligt Strøg med Fald mod SO. Skiferne Strøg i denne Egn er ligesom Kalkstenenes meget regelmæssigt sydvestligt. Faldet er ogsaa regelmæssigt paa store Strækninger; paa hele den sydøstre Side af Varaldsøen er Faldet mod NV, paa hele den nordvestre Side mod NO. Et Profil over Varaldsøen (Fig. 21) viser bedst dette. Gaar man fra Hestevik tvert over Varaldsøen til Øierhavn, saa møder man først Kalksten og Skifer med Fald mod NV; over Kalkstenen ligger her et lidet Kisleie ved Svindland i de svævende Skiferlag. Faldet vedbliver nordvestligt i Begyndelsen temmeligt svagt, senere stærkere til et godt Stykke ovenfor Varaldsø Kirke, da

Faldet begynder at blive variabelt, og en Mængde Bøininger og Vridninger i Lagene begynde. Disse fortsætte helt til Valaheiens Grube; i Nærheden af denne er mange Bøininger i Lagene, men herfra begynder temmeligt regelmæssigt sydøstligt Fald indtil Havet. Valaheiens Ertstoreie ligger saaledes over Kalkstenen ved Øierhavn flere hundrede Fod i det Hængende af denne. At denne Forandring i Faldretningen finder Sted, har jeg overbevist mig om ved to Vandringer tvært over Varaldsøen en fra Nord til Syd og en fra Øst til Vest. Man kan iagttage det samme fra Fjorden paa Dampskib eller Baad, naar man reiser langs Vestsiden af Varaldsøen. Faldet er nordvestligt fra Skjælnæsodden indtil Hisdalen; herfra til Øierhavn er Faldet mod SO.

Lignende Bøining i hele Skiferformationen finder Sted paa Fastlandet i Ølve. Gaar man fra Fosaaen mod Øst, saa møder man først Skifer paa en kort Strækning; derefter et Kalklag ovenfor Gaarden Fosaen, saa Skifer og et Stykke op i denne Ertstorevisningen ved Fosaaen. Alt dette falder mod SO. Længer frem paa Veien til Gjermundshavn begynder Skifer med nordvestligt Fald, hvilket staar ved til heni mod Havet; ved Havet er et temmeligt fladt Fald.

Samme Forhold har jeg iagttaget ved en Vandring fra Dyraasens Grube til Kristiansgaves Grube. Kalkstenen ved Haavik Vand ligger under Dyraasens Grube, — begge falde mod SO; ved Kristiansgaves Grube er Faldet mod NV, som ved den underliggende Ulvenæs Kalksten.

Det fremgaar af disse Iagttagelser, at Kisleierne i Ølve Sogn og paa Varaldsøen har sin Plads nogle hundrede Fod over Kalksten i Skiferen. Hele Lagsystemet er blevet sammentrængt, saa at der er opstaaet en umaadelig Bøining af Lagene, saa at Kalkstene, Skifere og Ertstoreier paa den sydøstre Del af Ertstoredraget falde mod NV, paa den nordvestre

Del mod SO. Forholdet er dette : Først Skifere underst, saa Kalksten, saa Skifer med Ertseleier, derpaa Forandring i Faldet, saa Skifer med Ertseleier, saa Kalksten og saa atter Skifer underst igjen.

Jeg skal her i Sammenhæng anføre de paaviste Kalklag med de derover liggende Ertseleier med tilhørende Strøg og Fald.

Kalkstene.			Ertseleier.	
	Strøg*).	Fald.	Strøg	Fald
Ved Haavik Vand SSV 215°	OSO 54.	Dyraasens Svovkisgrube med Jernsmauget Grube SSV 205	OSO 80°	
		og flere Skjærp.		
Ved Fosaaen	SV	SO 30.	Fosaaens Skj.	SV SO 50°
Ved Øierhavn	VSV	SSO steilt.	Valaheiens Gr.	VSV 250° SSO 70°
Ved Ulvenæs	SV 220°	NV 20°.	Kristiangaves Gr.	SV 230° NV 18°
Ved Hestevik	SSV 210°	VNV fladt.	Skjærp ved Svindland	svævende
Ved Aakre	SV 220°	NV 26°.	Haukenæs Grube?	

Det staar tilbage at undersøge, om Haukenæs Grube ligger over Kalkstenen ved Aakre, samt at paavise Tilstedeværelsen af Kalksten etsteds i det liggende af Gravdals Grube.

Som det vil sees af Beskrivelserne udkile Leiestederne sig temmeligt hurtigt. Længst holder Valaheiens Ertseleie sig nemlig 190 Meter i 30 Meters Dyb. Ertseleiestederne blive i Regelen borte paa den Maade, at de aftage i Mægtighed, indtil de forsvinde som en rustfarvet Stribe. Imidlertid kan man fra Ertseleierne i lange Strækninger forfølge kisseprængte Baand. Hr. Bergmester Ellefsen har forfulgt disse kisseprængte Lag af Skifere fra Valaheiens Grube afbrudt hist og her helt til Havet ligeoverfor Gravdals Grube, og flere Skjærpere have berettet mig, at man kan forfølge lignende rustfarvede Baand fra Gravdals Grube til Dyraasens og Jernsmaugets Grube. Hvor jeg paa mine Vandringer har stødt paa disse Baand, følge de Skiferens Strøg, og dette er sikkerligen Tilfælde paa

*) Alle lagtagelser ere retvisende.

den hele Strækning, saa at ogsaa dette Forhold tyder paa, at Ertsen er knyttet til i vis Høide i Formationen. Strækningen fra Valaheiens Grube til Dyraasen er 2 norske Mil.

Det mod NV faldende Ertsdrag med Kristiansgavns Grube, og Skjærpet ved Svindland samt maaske Haukenæs Grube og en gammel Grube ved Femstenvik ligeoverfor Svindland er mere fladtfaldende end det mod SO faldende Ertsdrag; Gruberne i Atramentdalen falde omkring 18° , medens Dyraasens Leie næsten staar vertikalt; Leiet ved Svindland er næsten horizontalt, medens Valaheiens Leie falder omkring 70° . Det samme er Tilfældet med de to Kalkdrag.

De to Ertsdrag i denne Egn har allerede været kjendt i forrige Aarhundrede. Hr. Myntmester Langberg har meddelt mig en Kopi af et Kart over Kristiansgaves Gruber tegnet af Bergraad Blichfeld i Aaret 1759, hvilket Kart fortiden findes i Brünichs Samling i Universitetsbibliotheket i Kjøbenhavn. Blichfeld antyder her med Linier de to Ertsdrag helt fra Gruberne i Ølve til Varaldsøen. Ligeledes paaviser Bergjunker von Linstow i to Befaringer fra Aarene 1769 og 1771 de to Ertsdrag i denne Egn; han omtaler deres ualmindeligt regelmæssige Strøg, samt gjør opmærksom paa, at det ene Ertsdrag falder mod Syd (rettere mod SO) medens det andet falder mod N.

Han siger saaledes (Blichfeld Efterretning om Bergværket i Sundhordlehn Side 88) om Gruberne ved Lilledale i Ølve:

„Disse Ertsgange*) haver Paralel strygende med Ertsgangene i Attramentsdalen, nemlig fra Vest til Øst; men deres faldende er alene nogle faa Grader til Sør, og næsten seiger, som er tvertimod Gangenes Fald i Attramentsdalen.“

*) De Gamle brugte det lidet heldige Ord Gang, hvor vi nu bruge det heller ikke synderligt heldige Ord Leiested. De sagde saaledes: Gangen er et Leie, ligesom man nu siger: Leiestedet er en Gang.

Ligeledes siger han (Tillæg til E. o. B. i S. Side 139). „Og da Ertsgangene ud i dette Verks angrændsende Fjeldrevierer saaledes overalt viser sikre Spor og Kjendtegn til at vedblive udi en bestandig regulær fortsættende Strykning over Berger og Dahler, ja endog fra et til andet Land tvers over brede og dybe Søfjorde, og derhos saavidt endnu er erfaret viser sig ligesaa bestandig vedholdende paa det Faldende til Dybet; saa kan man ikke ved noget anliggende eller nye Bergværk ønske sig o. s. v.“

Fjeldbygningen i Ølve med Ertsforekomsten over Kalkstenen i Lerskiferen er saaledes særdeles skjøn og regelmæssig. Bømmeløen, Stordøen og de andre sydvestligere Øer har jeg ikke havt Anledning til at undersøge saa nøiagtigt i geologisk Henseende, at jeg har kunnet fastsætte Ertsforekomsternes Beliggenhed i Forhold til de optrædende Kalkdrag. Imidlertid synes de parallelle Ertsdrag fra Ølve at fortsætte temmeligt regelmæssigt mod SV, omend Skifernes og Ertsleiernes Fald ikke er saa regelmæssigt. Geografisk kan man ialfald uden Skrupler opstille to Ertsdrag. Trækker man en Linie fra Espevær ved Havet til Haukenæs paa Varaldsøen, saa skjærer denne med stor om end ikke matematisk Nøiagtighed følgende Gruber og Skjærk: Espevær, Guldberg, Hysingstad, Tveit, Kristiansgave, Svindland, Haukenæs. Dette bliver da det sydøstlige Ertsdrag i Skiferbeltet. Den anden Linie, der maa drages fra Vaage paa Bømmelen til Valaheien paa Varildsø, bliver noget mindre regelmæssig, men dog god og tydelig; den kommer at gaa over følgende Gruber og Skjærp: Vaage, Kulleseid, Rostnæs, Lillebø, Nysæter, Røkleiv, Skjellevik, Lilledale, Jernsmauget, Dyraasen, Gravidal, Hisdalen og Valaheien. Henimod 3 Mile i NO for Varaldsøen ligger Gruben ved Melen, hvilken maaske hører med til Ertsdraget.

Længden af de parallelle Ertsdrag fra Bømmelø til Varraldsø er 6 til 7 norske Mil. Regelmæssigere Udbredelse af Ertsforekomster paa en saa stor Strækning er vel neppe kjendt i vort Land. Kun Skade, at Svovlertsen er saa billig, Kobberertsen saa fattig, og Jernertsen saa uren.

Forekomsten af Svovl- Kobber- og Jernertse kunne ikke adskilles. Svovlkisen er Hovederts; hvor denne er blandet med Kobberkis bliver Gruben en Kobbergrube. Magnetjern ledsager hyppig Svovlkisen; heller ikke nogen særgen Forekomst af Jernmalm kan opstilles. Hvor Magnetjernet overveier, bliver Gruben en Jerngrube som ved Jernsmaugets Grube.

Disse Ertsforekomster ere paafaldende fattige paa Mineralier. Endog Svovlkiskrystaller saa store som en Ert er vanskelig at finde ved flere af Forekomsterne. Svovlkisens Udseende er ofte eiendommeligt som ved Gruberne paa Stordø, hvor den som tidligere omtalt ofte er sort, ofte leragtig graa. Hvor Ertsen har en væsentlig Kobbergehalt, ridser man temmelig let i den med Kniv, men den giver alligevel Ild for Staal.

Kobberholdig Svovlkis i lindseformige Masser eller Stokke som ved Viksnæs kjendes fra flere Forekomster udenfor Norge. Saaledes i Porvindsen Huelya i Spanien (Rio tinto med flere Gruber), ved Agordo i Venetien, i Rammelsberg ved Goslar, ved Fahlun i Sverige. Alle disse Forekomster have dette fælles, at de føre jevnt kobberholdig Svovlkis i enorme ulagede Masser. Sammenlignet med disse fremmede Forekomster bliver Viksnæs det mindste trods den anselige Mægtighed af 20 Meter med en Udstrækning i Felt af 80 Meter.

Ingénieur des mines, Lan, siger i Annales des mines 1857 Tome XII i en Afhandling betitlet Voyage sur la Sierra Nevada et le Nord de l'Andalousie, at de spanske Leiesteders Mægtighed varierer mellem 8 eller 10 Meter

indtil 100 og 150 Meter; Udstrækningen i Strøgetningen er sjelden mindre end 200 til 300 Meter, undertiden 2 Kilometer. I berg-und hüttemännische Zeitung 1863 angives Mægtigheden af Hr. F. Schönichen til mellem 16,8 og 100.8 Meter, og Udstrækning i Strøg til fra 84 til 672 Meter. I Faldretningen er der efter samme Forfatter ved Rio tinto naaet en vertikal Dybde af 100 Meter, og paa denne Strækning har Leiestedet tiltaget nogle Meter i Mægtighed.

Efter Lan har man allerede troet at iagttage en Tendens til at aftage i Mægtighed i en Dybde, der varierer efter Leiestedets Størrelse, saa at Leiestederne skulle komme til at vise Former af Lindser saavel i vertikal Retning som i horizontal. Leiestedet i Agordo er 4 til 80 Meter mægtigt og forfulgt 200 Meter i Strøg og 460 Meter efter Faldet. Paa Dybet synes den mægtige Kismasse at kile sig ganske ud (Cotta Erzlagerstätten)

I Rammelsberg har Kismassen en Udstrækning i Strøg af 600 Meter og en Mægtighed af 116 Meter.

Dimensionerne af Fahluns Ertseleie angives at være i 100 Meters Dyb 220 Meter fra Øst til Vest og 240 Meter fra Nord til Syd; i 300 Meters Dyb ere disse Dimensioner aftaget med over Halvdelen.

Ertsens mineralogiske Beskaffenhed synes ogsaa at være den samme ved alle disse Gruber. Lan angiver for de spanske Leiesteder 49—50 pCt. Svovl, 43—44 pCt. Jern, 3—4 pCt. Kobber og 2—6 pCt. Ler, hvilken Sammensætning stemmer godt med Viksnæsmalmens. Blende angives som ledsagende Mineral ved alle Forekomster. Kismasserne forekomme alle i skifrige Bergarter, der snart kaldes Lerkifere, snart Talkskifere, Phyllade, Chloritskifer; fra Fahlun tyndbladig Glunnerskifer med hvid Talkskifer.

Haandstykker af Bergarter med Ertse fra Fahlun ligno

indtil Forvexling Prøver fra Viksnæs. Kis, Blende, Kvartsit, Skifer fra begge Gruber vist ved Sammenligningen ikke større Ulighed end forskellige Haandstykker fra samme Grube.

Talklignende eller chloritiske Salbaand eller Bestig som i det Hængende af Viksnæs omtales ogsaa ved de udenlandske Forekomster.

Jeg har tidligere omtalt, at man ved Viksnæs vil have gjort den Erfaring, at Leiestedet er rigere paa Kobber mod det Hængende og Liggende end i Midten; den samme Erfaring er gjort ved Rammelsberg, og efter Durocher (Annales des mines Tome XV) skal i Fahlun Ertsen være rigere paa Kobber i Nærheden af „skølarne“. Lan bemærker, at ved Rio tinto og flere spanske Gruber have Romerne, der uden Tvivl maatte udsøge de rigeste Partier, fortrinsvis holdt sig til det Hængende af Leiestedet, ligesom Lan selv vil have bemærket, at Ertsen bliver rigere, efter som man nærmer sig til de to Salbaand. Han omtaler ogsaa massive Bergarter i Nærheden af Leiestederne og kalder disse Dioriter og dioritiske Porfyrer dels Evriter. Durocher omtaler ogsaa Gange af Diorit ved Fahlun.

Med Hensyn til disse Leiesteders Alder, saa synes de alle at være ældre end Kul. Yngst er Rammelsberg, der tilhører Devon, ældst Fahlun, der tilhører Grundfjeldet(?)

Foruden Viksnæs er der kun en af vore Kisforekomster, som med Hensyn til Dimensioner kan stilles op ved Siden af disse her omtalte monstrøse Forekomster; det er Valaheiens Grube med Udstrækning i Strøg af 190 Meter og en Mægtighed mellem 5 og 9 Meter; men denne Grube har ingen væsentlig Kobbergehalt.

Hvor jeg tidligere meddelte en Oversigt over Svovlkisforekomsterne, adskilte jeg Viksnæs og Guldberg Gruber

fra de øvrige paa Grund af Leiestedernes uregelmæssige Form og paa Grund af deres væsentlige Kobbergehalt. De kunne imidlertid uden synderlig Vanskelighed sammenstilles med de andre Forekomster i Leier, og vi kunne da karakterisere Forekomsterne som mere eller mindre regelmæssige Leier af ren, uskiktet, kobberfri eller kobberholdig Svovlkis beliggende midt i Skiferfeltet. De to Forekomster, der ere rigest paa Kobber, afvige mest fra den regelmæssige Leieform, saa at den kunde benævnes en Lindse — eller Nyreforekomst.

Spørgsmaalet om, hvorledes disse Leiesteder forholde sig paa Dybet, er af stor praktisk Betydning. Hvad kan man ved en ny Forekomst slutte af Analogier fra ældre bekjendte? Jeg skal her erindre om et Par Forekomster. Dalemyr Grube ligger midt imellem de gamle Kristiansgaves Gruber, altsaa i et Felt, hvor der i Aarhundreder om end uregelmæssigt har været Bergværksdrift. Afstanden fra denne Grube til de nærmest liggende gamle Gruber er ikke mange Skridt. Ertsen er ikke rig paa Kobber, men det er den Erts, hvorpaa man har arbeidet ved dette Værk. Her viste der sig i Dagen nogle høist ubetydelige Svovlkislag af 4, 6 og 3 Centimeters Mægtighed: Gruben drives nu med en Mægtighed, der varierer mellem $\frac{1}{3}$ og 1 Meter med 70 Meters Udstrækning i Felt. Dette Leie har altsaa de Gamle aldeles overseet, og alene dette Exempel viser, at man ikke bør foragte et Svovlkisleie, om det end er lidet af Mægtighed og af Udstrækning i Strøg.

Ved Guldberg Grube viste der sig ligeledes et lidet Leie neppe af en Decimeters Mægtighed. Ingen skulde her ane, at der nogle Meter inde i Aasen laa en Ertsnyre af store Dimensioner.

Den lille Hinderaker Grube har nu Erts i Saalen af

omkring 1 Meters Mægtighed; men her viste sig kun kisprengte Lag intet sammenhængende Leie.

Disse Exempler er nok til at vise, at der kan være ikke lidet Erts paa Dybet, om der end er lidet i Dagen. Valaheiens Grube havde megen Erts i Dagen, Leiet gik ud her med stor Mægtighed, men det blev endnu mægtigere paa Dybet.

Men ligesaa vist, som et ubetydeligt Leie i Dagen kan blive mægtigere paa Dybet, ligesaa vist er det, at det igjen kan aftage. Jeg vil her ikke tale om en Forekomst som Guldberg, hvor Eierne ansaa Gruben for uudtømmelig det ene Aar, og hvor der det næste ikke fandtes Erts. Et Blik paa Profilet gennem Gravdals Ertsleie (Fig. 1) vil vise, hvilken Forandring et saadant Leie er underkastet. Ved Viksnæs var der ikke lidet Erts i Dagen. Hvor mægtigt det her var, kan jeg ikke sige, da her er overbygget i Dagen; men saa meget er vist, at det var betydeligt mægtigere i 20 Meters Dyb, og nu er det atter aftaget. Hvorledes Leiestederne forholde sig paa et meget stort Dyb, ved man ikke endnu, thi alle disse Gruber ere unge og lidet undersøgte; men jeg mener, at de paa Dybet kunne som i Dagen udkile sig fuldstændigt, kun fortsættende gennem kisprengte Skifere, som Ækvivalent for det udgaaede Leie, for saa atter maaske at begynde igjen med større eller mindre tiltagende Mægtighed, eller ganske blive borte. Hvad jeg tidligere har berettet om Fjeldbygningen paa Varaldsøen og i Ølve Sogn taler jo for dette. Som det vil erindres, indtager Kisen her en nogenlunde bestemt Plads i Bergarternes Rækkefølge; men det er langt fra, at der gaar et sammenhængende Leie i en bestemt Høide i Lerskiferformationen; der er ingen Grund til ikke at antage, at Leierne forholde sig paa Dybet nogenlunde som i Strøgetningen; ligesom de her paa et

Sted have stor Mægtighed og efterhaanden kile sig ud til begge Sider og saa fortsætte gjennem rustfarvede Baand, saaledes forholde de sig ogsaa paa Dybet. Men de kunne maaske fortsætte meget langt paa Dybet, saa at man praktisk talt ikke faar iagttage Udkilningen af Leiet, men man maa til enhver Tid være forberedt paa den. Bemærkes maa det dog, at flere af de mest bearbejdede Leier have større Udstrækning efter Faldlinien end efter Strøget. En fuldstændig Forsvinden af Ertsen er mig kun bekjendt fra Guldberg. Ertsleierne paa Varaldsøen, og i Ølve Sogn eller deres Ækvivalenter Fahlbaandene skulle, som det vil indsees af Profilet paa Varaldsøen, og af hvad jeg har udviklet om Egnens geologiske Bygning overhovedet, paa et Dyb, der sandsynligvis aldrig vil naaes af Bergbygningen, skifte Fald og gaa ud i Dagen, saa at man kunde betragte f. Ex. Dyraasens Leie, der falder mod SO, som Representant for Kristiansgaves Gruber, der falde mod NV.

Disse Leiers Oprindelse er dunkel som saa mange Ertsleiesteders. Man kan ikke antage en forskjellig Dannelsesmaade for de forskjellige Leiesteder; thi de tilhøre et udmærket Ertsdrag, findes i samme vel udprægede Formation og have meget tilfælles. Jeg taler her naturligvis om Leierne, ikke om de Forekomster, som jeg har kaldet Kontakt — eller isoleret staaende Forekomster.

Jeg skal paapege flere Forhold, hvortil der maa tages Hensyn, naar man skulde tænke paa at ville komme til at forstaa disse Leiesteders Oprindelse.

1. Leiestederne i Ølve og paa Varaldsøen ere knyttede til en bestemt geologisk Horizont over Kalkstenene
2. Man træffer i Ølve og paa Varaldsøen Kisleier over

Kalkstenen paa begge Sider af Lerskiferformationens store Bøining.

3. Paa denne Strækning har jeg ikke truffet nogen Afvigelse hos Leiestederne fra de omgivende Bergarters Skiktning, og hos de andre Forekomster har Afvigelsen været en særegen Undtagelse. (Orten ved Kulleseid-kanalen, tildels Guldberg.)
4. De i Guldbergs Gruber forekommende Nyrrer ligge aldeles isoleret. Der existerer ingen sammenhængende Forbindelse mellem Kismasserne indbyrdes, ei heller gaar der fra Kisen smalle Leier eller Gange paa Dybet, saa at de ved disse kunne være satte i Forbindelse med andre Kismasser
5. Fra Leiernes udkilede Ender i Dagen fortsætter der Lag impregnerede med Kis i meget lange Strækninger, mere eller mindre sammenhængende.
6. Ved Guldberg Gruber og flere Steder i Formationen optræder Alunskifer, og Kisen i Rostnæs og omliggende Gruber har et kulholdigt Overdrag, saa at Kisen holder indtil 2.6 pCt. Kul.
7. Den omgivende skiktede Lerskifer med Kalkstenene maa ansees som et Produkt af Havvandet.
8. I det Hængende af Ertisleierne forekommer ved flere Gruber Kvartsit. (Gravdal, Valaheien, Viksnæs og Hinderaker)

Af disse Forhold kunde da denne Formations Historie blive denne: Efter at de nu under Kalkstenen og over Grundfjeldet liggende Skifere mekanisk vare afsatte af Havvandet, begyndte Udfældning af Kalkstenen. Da denne var færdig, afsattes atter en Tid lang Materiale til Skiferne. Derpaa optraadte i store Masser animalske eller vegetabiliske Organismer, hvoraf vi nu, da de ikke vare skikkede

til at opbevares som Forsteninger, kun spore svage Levninger i Alunskiferne og den sorte kulholdige Svovlkis. Disse Organismer udfældte ved sin Forraadnelse Svovlkis og Kobberkis af de paa den Tid i Havet i stor Mængde forhaandenværende Jern- og Kobbersulfater. Maaske fandt tillige ved Forraadnelsen en Udvikling af Svovlvandstof Sted, saaledes som vi kunne iagttage, naar Tang raadner. Hvor der var den største Mængde organisk Substans tilstede, udfældtes de største Mængder Erts. Laa den organiske Substans samlet i store Hobe, saa fremkom Nyrrer som ved Guldberg; laa den udspreedt over større Flader, saa fremkom mere regelmæssige Leier. Hvor den organiske Substans var tilstede kun spredt, udfældtes Kis kun hist og her, og disse Lag ligge nu for os som kissprængte eller rustfarvede Baand. Det hele blev igien begravet i Skifer. Senere blev den hele Skiferformation reist og bøiet ved Dannelsen af de massive Bergarter, der begrændse Formationen paa begge Sider, saa at de oprindeligt horizontale Lag nu ofte staa paa Hovedet.

Det af Organismerne udfældte Bundfald var oprindeligt, som saadanne Bundfald ere, meget blødt. Det blev bedækket af Skifermaterialet, der blev mægtigere og mægtigere; Bundfaldet blev trykket af den overliggende Ler, saa at det undertiden pressedes op mellem Lerlagene, hvor disse havde Sprækker; deraf den fra Kisleiet i Orten ved Kullseidkanalen udgaaende Arm. (Fig. 7.)

At Svovlkis kan dannes, naar organiske Substanser raadne i vitriolholdigt Vand, er bekendt nok.

En Iagttagelse af Bischof er interessant. Et jernholdigt Mineralvand, der indeholdt $\frac{1}{10000}$ Natriumsulfat, fyldte han paa en hel Del Krukker, bragte i hver Krukke en Knivspids med Sukker og lukkede Krukkerne med Kork

og Beg. Krukkerne lod han staa i $3\frac{1}{2}$ Aar. Ved Aabningen fandt han, at der havde dannet sig sorte Fnokker, der ved Analysen viste sig at have Svovlkisens Sammensætning. Men Bundfaldet var blandet med 50.4 pCt. Kisetsyre.

Mon en Décomposition af de i Vandet opløste Silicater finder Sted samtidig med Svovlkisens Udfældning af organisk Substans. saaledes som Bischofs Iagttagelse antyder, og mon den ved saa mange Leier i det Hængende optrædende Kvartsit er dannet paa denne Maade, idet den ved Sulfaternes Reduktion udviklede Kulsyre decomponerede de i Havvandet værende Silicater.

Mod disse theoretiske Betragtninger, som jeg her har anstillet angaaende Svovlkisleiernes Dannelse, kan der opstilles flere Indvendinger. For det Første kan man spørge: Hvorfra kom disse enorme Masser med organisk Substans, der ere nødvendige til saa mægtige Leiers Udfældning? Ved Kisleierne selv er der ikke fundet en eneste Forstening. Hvorfor opsamlede de sig paa enkelte Steder? Videre: Er det sandsynligt, at i en Formation, hvor Mærkerne efter det uddøde Liv er saa faa, hele Leier ere dannede ved Organismers Forraadnelse? Her faar man huske paa, at det kun er de færreste Organismer, der opbevares som Forsteninger, og hvad Organismernes Ansamling paa enkelte Steder angaar, saa er jo den et Tilfældighedens Værk. Hele Kalkfjeld ere udfældte ved Organismerne. Hvorfor da ikke ogsaa Svovlkisleier, naar Forholdene ere gunstige.

Men der er andre Indvendinger hentede fra Forholdene i Landets geologiske Bygning. Ertsdraget og Ertsforekomsterne ligge parallelt med Grændsen mellem Skiferen og de massive Bergarter langs Hardangerfjordens Spalte; den et begrændset saavel mod SO som mod NV af Massiver, og man pleier jo ikke lade et saadant Forhold ude af Betragtning

ved en Theori om Ertsleiesteders Dannelse Ikke mange Alen fra Viksnæs Ertsleiested forekommer Gabbro. Denne skulde ikke have noget med Ertsens Oprindelse at gjøre? Imod enhver Dannelse af Mineralkilder under ^{Forhold} Ting, der svare til de vulkanske Eftervirkninger, tale mange ^{For-}hold; saaledes Afhængigheden af Skifernes Lagning, isolerede Nyrer som i Guldberg. de mange kissprengte Baand i Kisleiernes Fortsættelse. Mangelen paa de Mineralier, man pleier at træffe paa Gangspalterne o. s. v De samme Forhold tale ogsaa imod en Sublimation paa Sprækker, og paa en ligefrem eruptiv Dannelse er ikke at tænke, endog om man vilde tage sig den Frihed ganske at se bort fra Kisens Sammensætning.

Ved Lindvig ved Sørfjorden udenfor Ertsdraget forekommer et Svovlkisleie, der forholder sig som de almindelige i Ertsdraget, men det forekommer i graa Gneis i Grundjeldet Her er det neppe Organismerne. der have udfældt Kisen. Rigtignok ytrer Bischof sig omtrent saaledes i første Udgave af sin „Lehrbuch der chemischen und physikalischen Geologie:“ „Jeg har paavist Tilstedeværelsen af svovlsure Akalier i de krystalliske Bergarter. Hvor de rindende Vande trænge ned, føre de altid organisk Substans, og enhver Sten indeholder Jernoxyd og Jernoxydul. saa vi ikke mangle Materialier til Dannelsen af Svovlkis.“ Skjønt jeg ikke tør benægte Muligheden af, at Svovlkis hist og her, hvor Forholdene have været gunstige, dannes paa den her antydede Maade, saa forekommer en saadan Theori mig dristig, vild, og hvad der er endnu værre, i høieste Grad usandsynlig. naar den almindeliggjøres, og jeg tør ikke anvende den paa et Leie midt i Gneisen, paa sine Steder over 3 Meter mægtigt. Forekomsten af Svovlkisen her i Grundjeldet beviser imielertid intet om Forekomsten i den silu-

riske Formation. Store Tidsrum ligger sikkert mellem deres Dannelse. Leiet i Grundfjeldet kan være dannet under Forhold, der ere himmelvidt forskellige fra de, under hvilke Kisleierne i Lerskiferformationen afsattes.

Lerskiferformationen paa Karmøen og saaledes ogsaa paa de andre Øer er efter Professor Kjerulf den samme geologiske Etage som Alunskiferen med Stinkkalk i Kristiania Omegn (Stenriget og Fjeldlæren Pag. 244). I Alunskiferen ved Oslo forekommer isoleret liggende Svovlkiskugler af flere Kubikfods Størrelse. I den siluriske Formation er Trilobiter forstenede til Svovlkis ikke Sjeldenheder. Dette kunne vi benytte som et Fingerpeg. Trilobiten er et forholdsvis stort Dyr; en til Svovlkis forvandlet Trilobit fortæller om Udfældning af Svovlkis af Havvandet ved Organismernes Hjælp i den siluriske Formation. Men i Geologien er det ofte smaa Dyr, der have udrettet mest, og de smaa Dyr opbevares vanskeligst som Forsteninger.

En saadan Dannelse af Kisleierne synes mig mindst usandsynlig. Jeg tror, efter det Kjendskab jeg har til Leiestederne i dette Ertsdrag, at man paa denne Maade forholdsvis godt kan gjøre sig Rede for de Forhold, man støder paa ved Gruberne.

Magnetjern er et hyppigt Mineral paa Svovlkisleiestederne; ofte er Magnetjernet forurennet med Kvarts, endog i den Grad, at Kvarts bliver Hovedmassen, saa Jerngehalten synker ned til 15 pCt. Jernertsen staar hyppig med skarpe Grændser mod Svovlkisen, ofte træffer man Kis mellem Magnetjernet og omvendt.

Jeg skal nævne de Steder, hvor jeg har truffet Jernmalm med Svovlkisen.

I Jernsmaugets Grube er Jernmalmen Hovederts; i Hovedleiet er Ertsen ofte meget ren, paa andre Steder for-

urennet med Kis. Ikke mange Meter i det Hængende af Magnetjernet staar et Svovlkisleie, der er forurennet med Magnetjern ialfald i Dagen. Dyraasens Gruber, der ligger nogle hundrede Skridt i Strøgretningen fra Magnetjernleiets, er drevet paa Svovlkis, men har Striber af Magnetjern i Leiets Hængende.

Ved Kolstø Skjærp paa Karmøen, der dreves paa et 0.7 Meter mægtigt Kisleie, ledsages Kisen af Magnetjern, der er stærkt forurennet med Skifer.

Ved Valaheiens Grube var ikke ubetydeligere Mængder Magnetjern i Dagen, hvilken Erts man nu forgjæves vil søge i Gruben. Magnetjern staar endnu i Dagen, hvor Leiets kiler sig ud mod Øst.

Magnetjern stærkt forurennet med Kvarts eller rettere Kvarts forurennet med Magnetjern, saa Ertsen er aldeles ubrugelig som Jernmalm, findes ved følgende Gruber: Rostnæs, Lillebø, Nysæter og Røkleiv.

Jeg anser det for sandsynligt, at Magnetjernet ved disse Gruber er dannet af Svovlkisens Oxydationsprodukter, maaske ved Indvirkning af Natron- eller Kalkbicarbonater, eller hvor der er Kvarts tilstede, ved Indvirkning af Kalksilicat paa Jernsulfaternes. Ved disse eller lignende Reaktionen kan man nok tænke sig, at de rindende Vande har dannet Jernerts af Svovlerts.

Man maa erindre, at disse Ertse forekomme i Fjeld, hvis Ælde er endog geologisk talt meget stor, saa her har været Tid nok for de langsomt virkende geologiske Kræfter. Mange Kise forvitte meget hurtigt. Af et Haandstykke, som jeg slog friskt ud af Fjeldet i Juni Maaned, var der allerede i Midten af September udblomstret Jernsalte, hvis Vægt oversteg 1 Gram. Den ved Dyraasens Grube strømmende Elv fører stadig store Kvantiteter Jernokker til Havet.

Netop ved disse Gruber, hvor jeg har Beviser for Svovlkisens hurtige Forvitring, findes de største Mængder Magnetjern.

De Ertsforekomster, som jeg her har beskrevet, ere med Undtagelse af de til Kristiansgaves Værk hørende Gruber for største Delen opdagede eller ialfald bearbejdede først i de sidste Aarti. Det er Resultaterne af den for nogle Aar siden stærkt grasserende Skjærpefeber. Opdagelsen af Leiestederne har saaledes ofte været en Frugt af en virkelig Søgning efter Erts, skjønt den ofte har været den reneste Tilfældighed. Søgningen har imidlertid, som man kan vente, været vild. I hvad jeg tidligere har udviklet om Fjeldbygningen ligger flere Vink for en fremtidig Ertssøgning. For det første er Lerskiferen den ertsførende Bergart, saa man med mest Haab om Held kan søge Svovl- og Kobbererts i denne. Skiferens Rigdom paa Erts i dette Strøg sandsynliggjør lignende Ertsleiers Tilstedeværelse i samme Skifer paa andre Steder, og den har stor Udbredelse. Endelig har jeg paavist, at Ertsen paa flere Steder ligger nogle hundrede Fod over Kalkstenene, og disse er det ikke vanskeligt at finde. Efter dette skulde man, naar man vilde søge Erts, først oplede Kalkstenene og derefter gaa i Skiferens og Kalkstenens Faldretning, indtil Skiferens Mægtighed beløber sig til nogle hundrede Fod over Kalkstenen, og saa her se vel efter Erts i Skifernes Strøgretning. De kisprenge Baand i de før opdagede Kisleiers Strøgretning vil hyppigt kunne give en lignende Veiledning.

Magnetiske Iagttagelser

i

Sommeren 1870

af

K. G e t z,

Stud. real.

I Løbet af Sommeren 1870 har jeg for den geographiske Opmaaling fortsat de af Cand. real. Sinding paabegyndte magnetiske Undersøgelser. Mit Arbeidsterritorium har været fra Fane, 3 Mil søndenfor Bergen, til Throndhjem inclusive. I Marts Maaned samme Aar gjorde jeg ligeledes en Del Undersøgelser i samme Retning paa Isen ved Kristiania.

Resultaterne af disse Arbeider er samlet i efterstaaende Tabeller, i hvilke Rubrikker og Forkortninger har samme Betydning som i de af Cand. Sinding udgivne.

Saavel Instrumenter som Beregningsmetoden er den af Hr. Sinding i „Nyt Magazin for Naturvidenskab 1870“ fremstillede.

For Kristianias Vedkommende viser Tabellen ikke som for de andre Steder Korrektionen for Kl. 9 og 2, men den paa Observatoriet de nævnte Klokkeslet observerede Misvisning samt

Middel for Dagen. For mere bestemt at iagttage Differensen mellem Observatoriets og Fjordens Misvisning er der flere Gange gjort samtidige Observationer hvert 5te Minut. Ligeledes blev Instrumenterne sammenlignede paa Observatoriet den 8de April 1870, og deres Differens var ikke mere end 0',5; en større Nøjagtighed kan neppe ventes af et transportabelt lidet Instrument.

Til Oversigt over Forandringerne her paa Fjorden har jeg trukket op Kurver for dem i Meridianen over Observatoriet og i en Linie mellem vor Frelsers Kirkes Taarn og Kobbernaglen.

Hvad de andre Observationsfeldt angaar, kan bemærkes, at Observationerne L.-No. 11 og 15 paa Fane i Midlet er regnet som en, da de er tagne paa samme Sted. De samme gjælder Observationerne L.-No. 5 og 7 og L.-No. 2 og 8 paa Voksøen og Sandøen.

Observationerne paa Voksøen og Sandøen har jeg regnet sammen, baade fordi de ligger hinanden saa nær, og fordi Variationerne paa dem begge stemmer overens.

Naar undtages Observationen No. 15, L.-No. 10 paa Smølen, som er givet halv Vægt paa Grund af usikkert Sigte, gjælder alle Observationer lige meget. For dette Feldts Vedkommende ligger Midlet noget høiere, end man skulde vente; men det kommer af de stærke Lokalattraktioner, som her er forhaanden.

Bakkestranden nordost for Throndhjem og Valene syd for Byen viser en mærkelig stor Differens. Da Antallet af Observationer paa begge Steder ei er lige, medens Feldterne er lige store, vil et Middel ligefrem søgt af alle Observationer næppe være Throndhjems rette Misvisning. Jeg

har derfor taget Middel af disse to Feldters Middel, idet jeg har ladet dem begge veie lige meget.

Tilslut har jeg for Oversigtens Skyld med Cand. Sindings Tilladelse sammenstillet alle de hidtil bestemte Misvisninger, reduceret til Juli og August 1870.

T a b e l

over

den magnetiske Deklination langs Norges Vestkyst

efter Observationer 1870.

Fane, 3 Mil S. for Bergen.

No.	L.-No. J.	D. Juli.	K.	Kristiania Korrektion.		K. P.	M. D. S. M.	Sted og Beskaffenhed.
				9	2			
1	1	5	4 e.	+	5,6	+	18-44,8	ca. 600 Al. S. for Gjellestad. Gneis med overliggende Myr.
2	2	-	6-55 e.	-	-	+	18-48,0	- 500 Al. ONO. for No. 1, Gneis.
3	3	7	4-10 e.	+	7,9	+	18-42,2	- 500 Al. ONO. for No. 2, 200 Al. SSV. for Grimeidspollen, Myr.
4	5	8	6-0 e.	+	5,9	+	18-50,0	- 1000 Al. S. for Espeland, Gneis.
5	6	-	7-5 e.	-	-	+	19-40,0	- 150 Al. NO. for No. 4, Myr.
6	4	-	2-10 e.	-	-	-	18-38,1	- 850 Al. NO. for No. 5, do.
7	8	10	6-25 e.	+	8,0	+	18-26,2	- 700 Al. S. for Lønningskjern, do.
8	7	-	4-0 e.	-	-	+	18-49,3	- 200 Al. N. for Lønningskjern, do.

9	9	11	6-55 f.	+ 4,5	- 5,6	+ 4,0	18-28,3	ca. 1400 Al. SSO. for Tlesland, Myr med underliggende Labradorfeldts.
10	10	-	9 5 f.	-	-	+ 4,5	18-53,6	- 100 Al. NNV. for No. 9.
11	11	-	3-40 e.	-	-	0,0	20-23,8	*) - 350 Al. Ø. for Tlesland.
15	13	13	7-25 f.	+ 8,3	- 5,2	+ 7,4	20-16,7	
12	12	12	2-30 e.	+ 6,6	- 7,8	- 5,2	18-37,8	- 70 Al. SØ. for Liland, dyrket Myr.
13	13	-	4-10 e.	-	-	+ 1,0	18-42,9	- 200 Al. Ø. for No. 12, do.
14	14	-	6-20 e.	-	-	+ 5,0	19-53,4	- 150 Al. N. for No. 13, do.
15	18	13	5-40 e.	+ 8,3	- 5,2	+ 4,6	18-38,9	- 800 Al. OSO. for No. 16, do.
16	17	-	12-0 f.	-	-	- 0,1	18-59,8	- 500 Al. OSO. for No. 17, do.
17	16	-	9-55 f.	-	-	+ 7,3	18-52,5	- 350 Al. NO. for Tlesland, do.
							Middel 18°-58',0	

*) Regnet som en Observation: 20° 20',25 i midlet.

Værø i Askevolds Præstegjæld, Nordre Bergenhus Amt.

No.	L.-No. J.	D. Juli.	K.	Kristiania Korrektion.		K. P.	M. S. D. M.	Sted og Beskaffenhed.
				9.	2			
1	14	25	9-15 f.	+ 3,9	- 8,7	+ 3,5	19-1,6	ca. 1100 Al. SSO. for Hamrenes Varde, Konglomerat.
2	13	-	5-55 f.	-	-	+ 3,0	19-0,5	- 200 Al. SSV. for Værø Gaard, Sandsten.
3	4	20	10-55 f.	+ 7,5	- 7,0	+ 3,8	19-1,0	- 50 Al. V. for Værø Gaard, do.
4	3	18	5-55 e.	+ 9,8	- 9,1	+ 3,6	19-8,4	- 50 Al. N. for Gaasevandet, do.
5	2	-	12-20 e.	-	-	- 6,8	19-9,0	- 350 Al. N. for No. 4, do.
6	1	-	10-20 f.	-	-	+ 4,6	19-4,7	- 350 Al. N. for No. 5, do.
7	5	20	1-10 e.	+ 7,5	- 7,0	- 7,5	19-0,6	- 400 Al. VSV. for No. 3, do.

	8	9	10	11	12	13	14
ca.	300 Al. NV. for No. 3. af Gaasevandet, Sandsten.	-	-	-	-	-	-
	18-57,0	18-59,9	18-49,0	18-59,9	18-50,1	18-43,2	18-59,6
	+ 0,6	+ 2,6	-- 6,2	+ 6,0	+ 2,0	-- 4,2	+ 6,4
	-- 9,3	-- 7,0	-- 7,2	-- 9,3	-- 5,0	-	-
	+ 6,0	+ 7,5	+ 7,8	+ 6,0	+ 9,2	-	-
	10-50 f.	5-30 e.	2-40 e.	9-0 f.	11-45 f.	2-30 e.	6-0 e.
	23	20	21	23	22	-	-
	12	6	7	11	8	9	10
	ca. 300 Al. NV. for No. 3. for Høgeket, 100 Al. NNV. for No. 9, Sandsten.	400 Al. VSV. for No. 7, Myr.	1000 Al. N. for Høgeket, 100 Al. NNV. for No. 9, Sandsten.	300 Al. Ø for No. 10, do.	500 Al. NNV. for No. 9, Myr,	350 Al. NO. for No. 12, do.	200 Al. S. for Raen, Konglomerat.
Middel	18°-58,9.						

Voksø og Sandø i Søndmøre.

No.	L.-No. J.	D.	K.	Kristiania Korrektion.		K. P.	M. S. D. M.	Sted og Beskaffenhed.
				9.	2			
1	6	Juli 30	3-30 e.	+ 3,9	- 8,0	- 3,2	19-56,5	Sydsiden af Voksøen, Hornblændebergart.
2	5	-	1-30 e.	-	-	- 8,2	19-15,3	(*) ca. 500 Al. N. for No 1, Myr.
	7	-	5-50 e.	-	-	+ 4,3	19-17,2	
3	11	Aug. 1	11-30 f.	+ 6,1	- 11,0	- 5,2	18-51,8	- 800 Al. NV. for No. 2, do.
4	12	-	12-55 e.	-	-	- 10,2	18-36,2	- 850 Al NV. for No. 3, do.
5	4	Juli. 30	11-5 f.	+ 3,9	- 8,0	- 2,2	19-48,9	- 500 Al. N. for No. 2, do.
6	10	Aug. 1	10-15 f.	+ 6,1	- 11,0	+ 3,6	19-37,6	- 300 Al. N. for No. 5, i Fjæren mellem Rullesten.
7	9	-	7-30 f.	-	-	+ 5,0	18-49,4	**) Paa Sandøen i Fjæren 500 Al. fra Høivandsmærke, Sand og Ler.
8	3	Juli. 29	1-20 e.	+ 7,9	- 3,7	- 3,7	18 0,7	- 200 Al. N. for No. 7, Sand og Ler.

9	2	-	11-40 f.	-	-	+ 1,2	18-45,7	(*) ca. 750 Al. N. for No. 8, Gneis med overliggende Myr. - 200 Al. N. for No. 9, do. - 900 Al. N. for No. 10. I Fjæren ved Leinetangen, Ler og Sand. - 200 Al. N. for No. 11, dyrket Myr. - Vaaغبømyr c. 200 Al. S. for Gaarden, do. - 1400 Al. NV. for No. 13, do.
10	8	31	7-3 e.	+ 9,4	- 5,0	+ 9	18-48,5	
	1	29	10-5 f.	+ 7,9	- 3,7	+ 6,7	18-42,0	
11	13	Aug.	6-25 e.	+ 6,1	- 11,0	+ 3,7	18-53,0	
12	14	-	8-0 e.	-	-	+ 6,0	18-43,0	
13	15	2	9-0 f.	+ 8,5	- 6,7	+ 8,5	19-16,9	
14	16	-	11-10	-	-	+ 0,6	19-26,6	
Middel 19°-3',3								

*) Disse ere beregnede under et i midlet: No. 2 til 19-16,3 og No. 9 til 18-47,1.

**) Mellem Sandhøu og Voksøen ligger et Sund lidt over $\frac{1}{4}$ Mil bredt.

Smølen, Nordmøre.

No.	L.-No. J.	D. Aug.	K.	Kristiania Korrektion.		K. P.	M. D. S. M.	Sted og Beskaffenhed.
				9	2			
1	1	8	10-10 f.	+ 3,5	— 6,0	+ 0,8	17-13,7	ca. 1300 Al. NNV. for Varden paa Nælvig- berget, Grønsten.
2	2	-	12-28 f.	-	-	- 6,2	17-33,2	- 1250 Al. NNV. for No. 1, Konglomerat.
3	3	-	3-20 e	-	-	- 2,3	17-37,1	- 1250 Al. NNV. for No. 2, Myr.
4	11	13	9-4 f.	+ 2,3	4,9	+ 2,3	17-24,7	- 550 Al. Ø. for No. 3, do.
5	12	-	10-45 f.	-	-	— 1,0	17-53,0	- 500 Al. V. for No. 3, do.
6	13	-	12-20 e.	-	-	- 5,0	17-52,2	- 500 Al. V. for No. 5, do.
7	14	-	2-18 e.	-	-	- 4,3	18-49,3	- 900 Al. V. for No. 6, Sandsten.
8	15	-	4-5 e.	-	-	+ 3,1	17-58,8	- 1000 Al. V. for No. 7, do.
9	4	8	5-20 e.	+ 3,5	— 6,0	+ 3,4	18-12,0	- 1250 Al. NNV. for No. 3, do.

10	5	10	10-45 f.	+ 5,1	- 4,5	+ 0,6	17-53,3	ca. 950 Al. NNV. for No. 9, Sandsten.
11	6	-	2-50 e.	-	-	- 3,1	16-49,1	- 1900 Al. NNV. for No. 10, do.
12	7	11	10-45 f.	+ 7,6	- 5,1	+ 3,9	17-50,6	Nordbred af Storvandet, antagelig 2700 Al. NNV. for No. 11, do.
13	8	-	1-10 e.	-	-	- 5,4	18-23,1	- 2800 Al. NNV. for No. 12, Myr.
14	9	-	2-55 e.	-	-	- 1,7	18-11,6	- 375 Al. NNV. for No. 13, do
15	10	-	4-43 e.	-	-	+ 2,2	20-17,8*)	- 1400 Al. NNV. for No. 14, do.
Middel 17°-55',2								

*) No. 15 halv Vægt.

Ørlandet, Søndre Thronhjems Amt.

No.	L.-No. J.	D. Aug.	K.	Kristiania Korrektion.		K. P.	M. S.	D. M.	Sted og Beskaffenhed.
				9	2				
1	1	24	7-33 e.	+ 5	- 4,5	+ 5,0	16-24,7		ca. 1250 Al. NNV. for Bakken Gaard, Sand og Ler.
2	2	25	9-27 f.	+ 7,7	- 3,0	+ 6,6	16-16,6		- 1250 Al. NNO. for No. 1, do.
3	3	-	11 3 f	-	-	- 1,2	16-4,8		- 1250 Al. NNO. for No. 2, do.
4	4	-	12-30 e.	-	-	4,4	16-13,3		- 1250 Al. NNO. for No. 3, do.
5	5	-	2-0 e.	-	-	- 3,0	15-59,4		- 1350 Al. NNO. for No. 4, Engmark.
6	6	-	4-50 e.	-	-	+ 2,4	15-44,7		- 1350 Al. NNO. for No. 5, Torvmyr.
7	7	-	6-25 e.	-	-	+ 4,6	16-9,0		- 1870 Al. NNO. for No. 6, do.
8	8	-	7-38 e.	-	-	+ 6,4	16-14,2		- 1600 Al. NNO. for No. 7, do.
9	9	26	11-30 f.	+ 6,2	- 3,0	+ 0,8	16-11,9		- 3750 Al. NNO. for No. 8, do.

12	12	-	-	-	-	5-45 e.	-	-	+	5,3	16-26,2	- 1125 Al. Ø. for No. 11, Sand og Muld.
13	13	-	-	-	-	7-40 e.	-	-	+	6,7	16-3,4	- 1125 Al. SSV. for No. 12, dyrket Myr.
14	14	27	+	6,9	10-15 f.	10-15 f.	27	— 3,9	+	5,8	16-23,2	- 2100 Al. SSV. for No. 13, do.
15	15	-	-	-	11-50 f.	11-50 f.	-	-	+	2,1	16-13,2	- 1650 Al. SSV. for No. 14, do.
16	16	-	-	-	2-7 e.	2-7 e.	-	-	—	3,9	16-11,2	- 1750 Al. SSV. for No. 15, do. 300 Al. NNO. for Kirken.
17	17	-	-	-	4-28 e.	4-28 e.	-	-	+	1,2	16-26,5	- 1600 Al. SV. for No. 16, Myr.

Middel 16°-12', 8.

b) Valene, S. for Thronhjems.

No.	L.-No. J.	D.	K.	Kristiania Korrektion.		K. P.	M. D. S. M.	Sted og Beskaffenhed.
				9	2			
9	5	19	9-0 f.	+ 5,4	- 7,5	+ 5,4	16-12,0	ca. 400 Al. Ø. for Tilfredshed Gaard, Muld.
10	6	-	10-25 f.	-	-	+ 2,1	16-16,7	- 330 Al. N. for No. 9, do.
11	7	-	11-45 f.	-	-	- 2,5	16-17,2	- 500 Al. S. for No. 9, do.

Middel 16°-15',3

Thronhjems Middel 15°-37',0.

Tabel

over

Misvisningen paa Kristianiafjorden.')

No.	D. Marts.	K.	Observatoriets Misvisning.			Stedet. Misvisning	K. P.	I Observatoriets Meridian.
			Kl. 9.	2	Midlere.			
1	11	11-59f.	14-51,0	15-1,9	14-57,5	15-5,6	— 3	ca. 1000 Al. fra Miren paa Lindøen.
2	11	1-6 e.	-	-	-	15-3,7	— 5	- 2000 Al. fra do.
3	18	1-30 e.	14-47,9	14- 9,6	14-54,2	15-14,5	— 6,5	- 2300 Al. fra do.
4	25	12-30 e.	14-46,9	14-58,2	14-54,0	15-18,5	— 6	- 2700 Al. fra do.
5	-	2-50 e.	-	-	-	15-9,0	— 3,5	- 3000 Al. fra do.
6	-	3-51 e.	-	-	-	15-6,0	0	- 3200 Al. fra do.

I Linien mellem Købbemagten og Vor Frelsers Kirkes Taarn.

Ca. 2200 Al. fra Taarnet.

7	12	10-24	14-46,0	15-6,7	15-1,0	15-12,5	+	2	Ca. 2200 Al. fra Taarnet.
8	27	$\left\{ \begin{array}{l} 9-20 \\ 1-16 \end{array} \right\}$	14-45,9	15-1,8	14-58,0	15 4,5	+	11,5	- 3600 Al. fra do.
9	11	4	14-51,0	15-1,9	14-57,5	14-55,0	+	3,8	- 4300 Al. fra do.
10	27	10-28	14-45,9	15-1,8	14 58,0	15-9,0	+	4,1	- 4600 Al. fra do.
11	-	11-45	-	-	-	15 9,0	-	1	- 7200 Al. fra do.

Middel 15° 8',0.

*) Alt vedrørende disse Observationer findes paa det fysiske Kabinet paategnet „magnetiske Undersøgelser paa Kristiansfjorden 1870.“

KURVE

for

I. Misvisningens Variation i Observatoriets Meridianen.



II. Misvisningens Variation i Linien Kobbernaglen og Kirketaarnet.

Kirkens kirke

Meridianen

Kobbernaglen

2000 al.

No. 1
No. 2
No. 3
No. 4
No. 5
No. 6
No. 7
No. 8
No. 9
No. 10
No. 11

T a b e l

over

de paa Isen og paa Observatoriet samtidig
tagne Observationer.

Den 18de Marts 1870.

Kl.	Isen No. 3.	Observatoriet.
12—55	15° 23',8	15° 1',6
1—0	15° 20',8	15° 1',0
1—5	15° 20',1	15° 0',8
1—10	15° 19',8	15° 1',4
1—15	15° 18',8	15° 1',0
2—7	15° 19',0	14° 59',6
Middel	15° 20',4	15° 0',9

Den 25de Marts 1870.

Kl.	Isen No. 4.	Observatoriet.
12—55	15° 25',8	14° 58',4
1—0	15° 26',0	14° 58',7
1—5	15° 26',1	14° 59',1
1—10	15° 23',8	14° 59',0
Middel	15° 25',4	14° 58',8

Føi end mere at forvisse mig om, at Observatoriet virkelig er underkastet en Lokalattraktion, foretoges den før omtalte Sammenligning af Instrumenterne. Det af mig benyttede Instrument blev stillet saa nøie som mulig ind i Observatoriets Magnets Meridian søndenfor samme; dog stod den indtil Kl. 1—37 lidt til Vest, siden maaske lidt til Øst. Hosstaaende Tabel viser Resultatet. Af dette sees det ogsaa, at Instrumentet først har staaet lidt i Vest; thi det har hele Tiden vist lidt for lavt, da den store Magnet har hindret den lille fra frit Udslag. Jeg har beregnet Midlet paa to Maader: 1) simpelt af alle observerede Værdier og 2) efter først at have taget Middel af de med samme Instrument umiddelbart efter hverandre gjorte Observationer.

T a b e l.

1)

2)

Kl.	Sindings In- strument.	Observat. Instrum.	Sindings In- strument.	Observat. Instrum.	Kl.
12—4	14° 56',5		14° 56',5		12—4
- 8		14° 57',5		14° 57',6	12—9'5
- 11		14° 57',7			
- 18	14° 56',7		14° 56',7		12—18
- 24		14° 57',9			
- 26		14° 57',7		14° 57',8	12—25
- 42	14° 57',7		14° 57',7		12—42
- 44		14° 58',2			
- 47		14° 58',2		14° 58',2	12—45
1—37	14° 59',7				
- 41	15° 0',3		15° 0',0		1—39
- 46		14° 59',7		14° 59',7	1—46
- 48	14° 58',1				
2—1	14° 58',3		14° 58',66		1—58
- 6	14° 59',6				
- 18		14° 58',8		14° 58',8	2—18
Middel	14° 58',36	14° 58',21	14° 57',91	14° 58',42	
Differens — 0',15		+ 0',51			

O v e r s i g t.

Kristiania Observatorium Juli og August 1870	14—49,4
Paa Fjorden	15—4,5
Færder	15—27,8
Langesund	13—20,2
Jomfruland	14—17,1
Sandø	16—43,6
Grimstad	15—25,6
Kristiansand	16—40,8
Listerland	15—46,9
Haar	17—20,2
Orre	17—41,5
Sole	17—30,0
Stavanger	17—55,1
Karmø	17—24,0
Mosterø	18—23,5
Fane	18—58,0
Værø	18—58,9
Voksø og Sandø	19—3,3
Vestnæs	17—50,1
Smølen	17—55,2
Ørlandet	16—12,8
Thronthjem	15—37,0

ÖFVER FILIPSTADS BERGSLAG

I GEOGNOSTISKT OCH MINERALOGISKT HÄNSEENDE

SAMT

NÅGRA ALLMÄNNA REFLEKTIONER ÖFVER DE SVENSKA
JERNMALMERNAS TILLKOMST OCH FÖRHÅLLANDEN*).

AF

L. J. Igelström.

Enligt kommercekollegiets berättelse öfver bergverken i riket för året 1866 lemnar

Kopparbergs län för nämnde år	3,167,336	centner jernmalm		
Ørebro län	" "	- 2,752,172	—	—
Wermlands län	" "	- 2,003,705	—	—

Hela Riket lemnar 11,366,078 centner. Wermland eller Filipstads bergslags uppfördring utgör således nära $\frac{1}{6}$ del af hela Rikets, värande det tredje i ordningen.

Jag har i geognostiskt och mineralogiskt hänseende undersøkt detta betydliga jernverksrevier af Sveriges provinser, och torde det vara förtjent af interesse, att derom lemna följande korta skildring och reflektioner:

Den terräng, som förmår att producera så mycket jern, är blott $1\frac{1}{2}$ mil i bredd samt 3 mil i längde, hvoraf framgår att koncentrationen af bergverksrörelsen i Wermland är vida större än på något annat ställe i Sverige; ty alla de

*) Alla de i denna beskrifning omnämnde nya mineralier finnas upptagna i Danas nyt utkomna Mineralogi, 5 upplagan 1868.

andra jernproducerande provinserna inom Sverige hysa jernmalms depositionerna jemnførelsesvis spridda öfver större ytor. Hvilken trakt af Sverige frambringar på $4\frac{1}{2}$ kvadratmils yta 2 millioner centner jernmalm? Ingen skulle kunna det, om ei möjligen Grangårdes socken, med det betydliga Grängesberg, såvida detta nemlig kommer i stärkt bedritt, — eller Gellivara, men detta ligger för långt nordligt att med nuvarande kommunikationer komma ifråga.

Wermland, bekant såsom jernproducerande provins, innehåller således blott en ganska ringa areal, från hvilken jernet hämtas, ty hela provinsen utgår 154 kvadratmil, och utom den lilla bergslagen finnas ej några jernmalmer, åtminstone ej några brytvärda. Om man närmare efterser orsaken till detta förhållande, det neml. att det är blott ett litet hörn af provinsen som förer så betydliga jern tillgångar, under det att den stora andra delen är nästan fullkomligt ofyndig, så skall man finna att förenämnde lilla del sammanhänger med det öfriga stora s. k. svenska malmbältet, eller malmrevieret, hvilket, som bekant torde vara, sträcker sig allt från Wermland till Falun, Nora, Linde, Westmanland, osv.

Det land, som det stora svenska malmbältet upptager, ligger väl temmeligen högt, jemnfördt med hafvet: icke i Sveriges låglands- utan i dess bergs- eller mest kuiperade trakter, men det intager ändå icke de högsta delarne af detta land, utan smyger sig fast heldre i de lägre: på hufvuddalernes bottnar och på sidorna af de stora bergskedjorna till nämnda dalbottnar. Wermland är nemlig, som bekant, ett af höga berg och bergskedjor uppfyllt land, men den malmförande delen deraf, Filipstads bergslag, ligger jernførelsesvis lågt: på bottnen af de stora dalarne som bildas af sjön Yngens, Långbans, Daglösens och Lersjöns vattendrag. Den stora malmformationen från Sveriges öfriga bergs-

lagsorten kommer in i Wermland vid dess östra gräns, i de lägre trakterna af sjön Saxen, går från Saxen till Persbergs gruffält, utbreder sig från Persberg i norr upp till Långban, i söder till Nykroppa, och i vester till den höga bergskedjon emellan sjön Yngens och Daglösens vattendrag, der de höga bergen sätter liksom en damm mot formationen; men genom ett smalt pass i nämnde bergskedja går formationen, medelst små spridda malmlager öfver till den parallelt med Yngs-, Långbans- och Nykruppadalen liggande Nordmarks-, Lersjö- och Daglösedalen, nemlig först till Finshyttebergs-, och sedan, längre i norr, till Nordmarksfälten. Vester om sistnämnde dal finnas ej mera några malmer, landet stiger så småningom allt högre och högre mot Norriges gränse.

Om vi nu tillse bergbeståndet i Filipstads bergslags-trakter, så skola vi finna att det är hälleflinten, i hvilken jernmalmer äro deponerade, men att granitartade gneiss intager landets högre delar. Dessa båda bergarter äro således ganska viktiga, i synnerhet hälleflintan och deras inbördes förhållande samt deras förhållande till malmer torde derföre förtjena nogare granskas.

Ordet hälleflinta var redan på 1700-talet af svenska bergsmän användt och är det äfven nu. Denna beständighet af namn torde bevisa, att man ej kunnat identificera den svenska hälleflintan med någon annan utländsk bergart. Namnet „flinta“ betyder att de gamla ansett bergarten vara en art kvartz; men redan en flygtig blick på dess vittringsförhållanden bevisar att hufvudbeständsdelen ingalunda är någon quarz, utan tvärtom en fältspatsart, ty den öfverdrager sig så småningom i luften med kaolin. Att den likväl ej heller är någon ren fältspatsart, bevisar de i sednare tider å denna bergart anställda analyserna — samt andra observationer; utan är den en synbart likartad grundmassa

af finkornig till tät struktur med en mängd olika gråa, gula, gröna, röda, bruna eller svarta färgvarieteter, samt kan betraktas som en hopsmältning af orthoklas, oligoklas och quartz jemte litet glimmer. Beståndsdelarne äro sålunde de samma, som hos gneissen eller graniten, fastän de icke, såsom hos dessa bergarter, hvar för sig hunnit utbilda sig i tydligt urskiljbara krystallinska individer, utan deremot, tillfölje af vissa egendomliga okände förhållanden, erhållit en mikroskopisk litenhet och liksom sammansmält med hvarandra till denna skenbart likartade blandning eller grundmassa*).

Såsom nämnt, är hälleflintan en mycket viktig bergart i afseende å de svenska jernmalmernas uppträdande, ty de största svenska jernmalmsstillgångarne såsom vid Persberg, Nordmarken och Taberg i Wermland, Dannemora i Uppland, Grengesberg i Dalarne, m. fl. ligga i hälleflinta, och man kan säga, att hvar rest hälleflinta finnas, der finnas och jernmalm, och omvänt.

Hälleflintan är ofta ganska tät och finkornig, så att man ej kan urskilja någon särskilda mineralier i densamma, men stundom ser man den antaga tydlig gneiss-struktur med små svarta glimmer- eller kloritblad, hornblende, epidot och granat inbäddade -- de två sistnämnde mineralierna i omedelbar grannskap af jernmalmen.

Utom de jemnförelsevis långt mindre delarne af Sverige, såsom Skåne, Gottland etc., der de yngre petrifikatförande bergarterna finnas, består Sveriges fasta skorp, såsom bekant torde vara, af gneiss. Der finnas i Sverige många slags gneis, men trenne gneissarter äro de öfvervägande, nemlig grofkornig, granitartad och randig gneiss.

Grofkornig gneiss och granitartad gneiss likna hvarandra så utmärkt, att skillnaden endast är en hos den förstnämnde utpregad parallelitet hos glimmerbladen. I

*) Erdmanns vägledning, pag. 129.

båda förekomma orthoklasen (vanligen röd) liksom porfyrtadt inströdd, quarzen mera underordnad. När dessa bergarter betraktas i blott mindre block eller stuffer, så se de ut nästan som granit, men i stort framträder en otydlig glimmerns paralellitet.

Randig gneiss. Denna har finare korn än de föregående och dess beståndsdelar äro mera liniert utskiljda, hvarföre bergarten får ett randadt eller bandartadt utseende.

Af den randiga gneissen finnes ej så mycket i Sveriges grufrevier, men deremot så mycket mer de tvenne föregående slagen, af hvilka granitartade gneissen träder närmast, och på denna sistnämnde bergart hvilar såväl den malmförande hälleflintan, kalksten, dolomit, lerskiffer o. s. v., utom det att denna bergart i sig sjelf innehåller jernmalmer.

Vi hafva således i Sverige hufvudsakligen tvenne bergarter, som föra jernmalmer, nemlig hälleflinta och granitartad gneiss.

I Wermland ligga följande grufvefält i hälleflinta:

Persbergs-, Nordmarks-, Tabergs-, Nykroppa-, Svartsångs- och Gåsborne-fältet.

Hvarje af dessa fält innehåller en mängd särskilda jernmalmsdeposita, så t. ex. finnas i Persbergsfältet flera 100de grufvar, dels nu under arbete, dels för tillfället hvilande. Hvarje fält har sin terräng af hälleflinta, större eller mindre, alltefter jernmalmsdepositionernas mängd och storlek; så t. ex. utsträcker sig den hälleflintterräng, som innehåller Persbergsfältets malmer till omkring $3\frac{1}{4}$ mil i längd och $\frac{1}{2}$ mil i bredd, eller så långt ut som jernmalmsdepositionerna räcka.

Man märker snart att inom hvarje landsträcka af Sverige, der malmer finnas, dessa förekomma ut efter vissa streck, och derifrån härleder sig det gamla i Sverige brukliga ordet „malmstreck“; så t. ex. finnas inom Persbergs-

fältet en mängd linier, utefter hvilka jernmalmsdepositionerna äro utplanterade, och dessa linier kunna vara $\frac{1}{8}$ mil i längd och deröfver; men malmdeposita intaga ingalunda en oafbruten sammanhängande kedja i en sådan linie, utan de bilda flera skiljda linser deri af från några och 50 fots längd till flera 100de, samt af från 2 till och med 60 fots bredd och deröfver. Orsakerna til dessa förhållanden ligga deri, att den svenska gneissen, såväl den grofkorniga som den granitartade samt hälleflintan, sjelf hafva sinsmellan öfver stora landstruckor en gemensam parallell schichtning och strykning — slutligen deri, att de svenska jernmalmsdeposita sjelfva bilda lager (i detta ords geologiska betydelse) i den alltid mer eller mindre tydligt schichtade hälleflintan, eller i den granitartade gneissen.

Emedan allmänna bergstrukturen i Filipstads bergslag är en nära n-sydlig, så finner man derföre malmlagren och malmstrecken hafva samma utstruckning.

Det olika fallet hos hvarje malmlager är äfven konform med hälleflintschichternas fall. Dette fall är i allmänhet i Filipstads malmrevier ett nära lodrät. Detta lodrätta fall eger hos de svenska jernmalmerna i allmänhet rum, och vi arbeta derföre under det lyckliga förhållandet, att hafva jernmalmerna lodrätt under oss, och en, som man säger, rak uppfordring. Orsaken til detta fall skall jag längre fram söka angifva vid förklaringen om de svenska jernmalmer-nas bildning.

Malmen är vanligen skild från det ofyndiga genom s. k. skölar eller salband. Dessa äro från en fingers tjocklek, och derunder, eller från 2 till 3 fots. De bestå af mörk klorit eller ljus talk. Inom dessa skölar ligger malmdeposita. Men dessa skölar kunna ibland saknas å ena sidan, och då bildar vanligen kalksten, i mer eller mindre mäktiga lager, grän-

sen för malmen. — Jernmalmen i Wermland utgöres alltid med undantag af den vid Långban, af magnetisk jernmalm, (magnetit). Denne har, som bekant, i sitt renaste tills änd en bestämd kemisk formel, så att jernprocenten deri uppgår till 72. Men man kan, såsom äfven är bekant, ingalunda bryta malmen i stort till denna höga procent, utan är den t. ex. i Wermland 54–58, i Grengesberg 60, i Bispsberg 65, o. s. v. Orsaken dertill är „gångarten“. Några analyser af de Wermlandska jernmalmen, såsom de i stort utbrytas och smältas, torde här anföras:

Krangrufvan — Malmbergskärr — Wäggrufvan (Persberg).

Si	17,93	12,93	9,76.
----	-------	---------	-------	---------	-------

Al ₂	2,94	2,15	1,31.
-----------------	------	---------	------	---------	-------

Mn	0,04	0,04	0,24.
----	------	---------	------	---------	-------

Ca	4,39	0,44	1,96.
----	------	---------	------	---------	-------

Mg	5,59	7,10	4,65.
----	------	---------	------	---------	-------

Fe. Fe ₂	69,22 = 50,27 jern.	77,54 = 56,31 jern.	82,42 = 59,67 jern.
---------------------	---------------------	---------------------	---------------------

100,110

100,20

100,34.

Fosfor 0,008 0,005.
--------	-----------------	------------------

Svafvel 0,027 0,027.
---------	-----------------	------------------

Kiselsyran, lerjorden, talkjorden, o. s. v. härröra förstås från gångarten, som man ej kunnat fränskilja.

Under Gustaf I's tid, för öfver 300 år sedan, då man i Sverige började tänka på bergverksbedrif, införskrefves Tyskar, för att sätte de svenska bergverken i rätt och godt skick. Tyskarne förde och sina tekniska termer med sig, och från dem härleder sig ordet „gångart“, som än i dag har burskap²² i Sverige. Men om denna benämning är rätt i Tyskland, der gångar förefinnas, så är den oegentlig i Sve-

rige, der mig veterligen ingen malm förekommar på gång, utan alla, åtminstone jernmalmer, bilda verkliga lager i hälleflinta, gneiss eller i glimmerskiffer. Benämningen lagerarter varo här den rätta, men jag må ännu begagna mig af det gamla namnet gångart för att ej blifva missförstådd.

Det är klart att om de svenska jernmalmer icke vare utblandade med gångart, de då skolle hafva en mycket hög jernhalt, och i sjelfva verket finnas de ganska rika på flera ställen såsom vid Bispberg, Grengesberg, Norberg, Gellivara, o. s. v. och kunde för denna sin rikhaltighets skull exporteres.

Vid grufvefälten i Wermland sofras och upplägges tvenne slags malmer, med olika innehållande mängden af gångart: den ena rikare, s k bruten malm, som är utblandad med gångart till så ringa mängd att jernprocenten i den utgör 54—59; den andra, plock, som innehåller mycket mera af gångarten, med omkring 40 procent jern. Båda dessa slag klomplementera hvarandra, så att man vid nedsmältningen får 50 procent jern af totalquantiteten uppsatte malm, — detta är hvad man önskar, ty vid en rikare beskickning anses att jern förslaggas, m. fl. olägenheter.

Någon skillnad emellan rik och fattig malm från samma grufva existerar icke annorlunda, än att gångarterna framträda mera i den fattiga malmen, och då utöfva sina goda eller dårliga egenskaper på jernet. Då gångarterna äro af goda egenskaper, t. ex. då de äro manganhaltiga, eller då de äro basiska, t. ex. innehålla kalksten, granat, epidot, o. s. v., uppsätter man på vissa ställen mera af fattig malm, oafsedt jernprocenten, för att genom dem uppnå ett bestämdt åsyftadt resultat.

Hvad gångarternas egenskaper beträffar, så har man i Sverige trenne stora klasser af jernmalmer, 1^o quarziga, 2^o basiska, och 3^o neutrala. Quarziga äro sådana,

hvilkas gångart utgöras af qvarz, helt och hålldt, eller af af qvarz jemte andra mineralier; basiska, sådane som innehålla kalksten i öfverskott; neutrala, sådane som innehålla hvarken qvarz eller kalksten i öfvervägande mängder, utan sådane mineralier t. ex. pyroxenarter, epidot och granat, som smälte och gifva en god slagg för sig. De sistnämnda äro naturligtvis de bästa, alldenstund de ej behöfva beskickas med några kostbara flusser. Wermland är nog lyckligt att ega sådane, och då de Wermländska jernmalmerne dessutom äro nästan absolut oartfria, samt innehålla hög jernprocent, så stå de, och det ur dem frambringade jernet, i ett högre pris, jemfördt med andra provinser.

Gångarterna i de Wermländska jernmalmerne äro gräsgrön malakolit, brun derb granat, gröngul epidot, kalkspat, klorit och qvarz. Dessa gångarter äro gemensamma för alla, ehuru de vexla något i mängd från olika grufvor, hvarigenom små gradationer uppstå. Sä t. ex. räknas Högbergsmalm från Persbergsfältet till lerjordshaltiga malmer, genom en öfvervägande halt af granat; Malmbergsskärr talkhaltig, genom en ovanlig mängd af klorit; Dunderback och Långskog kiselsyrerik genom qvarz, o. s. v. Malmer, som hålla manganmineralier såsom gångarter, äro i Sverige jemförelsevis få och äro de Wermländska malmerne alla, utom de vid Långban och Pajsberg, manganfattiga; men det oaktadt ge de ett utmärkt jern. Deraf synes att ett jerns godhet icke är ovilkorligt beroende af en manganhalt hos malmen, såsom man velat tro, från exempel vid Dannemora i Upland, Långvik i Dalarne, o. s. v. Fast mer synes denna egenskap härröra från en renhet från oarter, såsom svafvel, fosfor, koppar och arsenik, måhända under för öfrigt en viss afpassad proportion hos de allmänna jordarterna lerjord, talk, kiselsyra, o. s. v.

I de malmlager, som uppträda inom Filipstads bergslags hälleflintbildningar, finnas följande mineralier, hvilka ej för metallurgen hafva något interesse, såsom uppträdande i allt för ringa mängd vid hvarje grufva — och således ej influera på malmernas smältbarhet, eller jernets godhet — men deremot kunna vara af interesse för mineralogen och geologen:

I Persbergsfältet.

Gångarten *granat* är stundom utbildad till rhombododekaedriska krystaller; *epidoten* ibland strålig; *kalkspaten* i små sexsidiga krystaller; *malakoliten* i bladiga massor.

Klorit, storbladig, svart.

Talk, hvit och grön.

Specksten, ljusgrå, skiffrig.

Serpentin, i kalksten.

Krysotil, i serpentin.

Lepidomelan, i små svarta kloritlika, aggregerade massor.

Scheelit, i krystaller på quarzådror. Jordåsgrufvan.

Wismutglans, sittande i jernmalm, tillsammans med pyrit, quarz och epidot. Jordåsgrufvan.

Magnetit, oktaëdrar i kloritskiffer. Märtra grufva.

I rhombododekaedrar. Gåsgrufvan.

Fahlunit i röda strålar. Oskarsstoll.

Hisingerit, tillsammans med pyrit. Jordåsgrufvan.

Molybdenit, *Chalkopyrit* och *Fluorit*.

Kondrodit. Ljusgrå krystaller. Ladugrufvan.

Ripidolit. I bladiga massor och krystalliserad Gåsgrufvan.

Bru it på kalkspatsådror i serpentin. Ladugrufvan.

Svart serpentin. Finnfalls och Nyttstad krangrufva.

Grammatit. Nyttstad krangrufva.

Quarzkrystaller. Persbergs krangrufva.

Gedigen Wismut. Jordåsgrufvan.

Asbest i Ansviksgrufvarne.

Labrador i do., färgskiftande.

I Nordmarksfältet.

Strålstén i svarta långsträckta prismer.

Asbest, grøn.

Pyroxén i svarta krystaller.

Kalkspat, derb och i stora skalenoedrar af ända till 1 fots längd och 1 fots diameter.

Ripidolit i bladiga gröna massor.

Klorit.

Apatit i sexsidiga genomskinliga prismer.

Apophyllit i tetragonala oktraëdrar.

Blyglans. Stora klumpar midt i rik jernmalm. Sällsynt.

Zinkblende, svart, storbladigt.

Polyargit, rosafärgad, i en dioritgång, som genomsetter malmlagret (Grundsjo och Brattfors grufvan).

Axinit i krystaller.

Pyrosmalit i krystaller af ända till 2 tums längd och 1 tum i diameter.

Asteroit, en bladigt - strålig pyroxenart (mangan-pyroxen), af grågrön färg.

Tabergsfältet.

Tabergit, lik storbladig glimmer, men af spanskgrön färg.

Asbest i stora stycken, med flera fots långa trådar.

Talk, bladig, hvit och grønaktig.

Bitterspat. *Bergkrystall.*

Bergkork. *Amethyst.*

Flusspat, grøn, krystalliserad i oktaëdrar; hvit i kuber i drushål.

Zinkblende.

Kalk i skalenoëdrar.

Kopparkis i små tetraedrar.

Kondrodit i bitterspat.

Sphen, gul, spathig, krystalliserad.

Strålsten, glasig, ljust berggrön.

Serpentin.

Specksten.

Klorit.

Hornblende.

Malakolit i 4-sidiga prismer (vid Pengrufvan).

Stilpnomelan i svarta koncentriskäbladiga grupper

Srafvelkis i kuber.

Grön Quarz.

Kalkspat, sjögrön (vid Finnmossegrufvan)

Jernspat.

Nykroppa.

Granat, svart, derb.

Pyroxen, i svarta krystaller.

Scheelit, sittande i orthoklas.

Skapolit i 4-sidiga prismer, samt i långa divergerande strålar.

Svartsång.

Oligoklas.

Molybdenit

Wollastonit.

Stora brunröda *Granatkrystaller.*

Ortbit

Specksten, o. s. v.

Gåsborn.

Derbt gult *manganoxidul-silikat.*

Koboltglans.

Wismutglans, o. s. v.

Inom Sveriges urformation finnes knappt någon sorts gneiss eller någon slags bergart, som ej innehåller jernmalm; så t. ex. innehåller den randiga gneissen i Gefle trakten,

samt i socknarna kring Falun, jernmalmslager; hyperit i Helsingland koncentrerar sina spridda jernmalmskorn, så att den till slut blir en verklig jernmalm, o. s. v., men dessa tillgångar äro vanligen små, spridda och ej samlade till hvad man kallar fält. Den granitartade gneissen deremot är mycket gifvande, ty den innehåller stora jernmalmsdeposita, såsom t. ex. det betydliga Windkärnsfältet i Dalarne, Mörkhults-, Limkärns-, Finshyttebergssfälten i Wermland o. s. v.

Vid de jerngrufvor, som omgifves af granitartad gneiss, finner man alltid en mängd orthoklas på varpen såsom utmärkande. Denna härrör dock från grofkorniga granitgångar, som genomsätta malmdepositem, men ej från gångarten. Annars synas gångarterna vara de samma som i hälleflinta.

Mineralier vid Mörkhult äro:

Pyroxenkrystaller, svarta, i drushål.

Kokkolit, mörkgrön.

Epidot i krystaller, och kornig.

Klorit.

Apophyllit bladig, hvit och rödaktig, till en del krystalliserad.

Datholit i gröna korn, sittande tillsammans med apophyllit.

Granat, svart, dels derb och dels krystalliserad.

vid Limkärnsfältet

Brucit i form af runda små gummilika korn af hampfrös storlek, sittande fullt inströdda i kalksten.

Vid Finshyttebergssfälten.

Vesuvian.

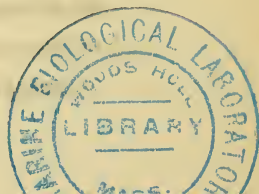
Wollastonit.

Granat.

Kokkolit.

Hornblende.

Epidot.



Orthit. *Brucit.* (Samma korn som i Limkärnsfältet.)

Serpentin. *Krysotil.*

Vid Filipstads bergslags östra gräns finnes kalkstenslager vid Born, Pajsberg och Långban. Dessa kalkstenslager, som åtföljas af lerskiffer och hälleflinta, äro icke vanlig kalk, utan en tät sockerlig kalksten, som innehåller mer och mindre talkjord (s. k. dolomit). De föra än blyglans, än jernmalmer och än hausmannitmalm, och är det i ett sådant lager, på hvilket den bekanta godartade manganhaltiga Långbans blodstenen, med sina många mineralier ligger. För öfrigt är att anmärka, att de icke sluta med Filipstads bergslag, utan gå i samma riktning än vidare söder ut, flera mil, inåt närliggande Grythytte och Nora socknar.

Malmen vid Långban ligger inbäddad i sjelfva dolomiten, såsom större klumpar och stockar, men längdutsträckningen af dessa stockar öfverensstämmer doch med ortens allmänna schichtförhållanden, d. v. s. är en nära n-sydlig.

Malmen vid Långban sorteras i tvenne slag, bruten och plock. Den brutna innehåller omkring 60 procent jern; plocken 45. De gångarter, som äro så allmänna i malmen, och i sådan mängd, att de kunna influera på Långbansmalmen smältförhållanden i masugnen äro :

1^o *Matrix dolomit.*

2^o *Quarz och Jernkisel.* Ehuru väl Långbansmalmen ligger i dolomit, så är gångarten i vissa parallellstockar quarz, hvarmed malmmasserna då i stort äro genomdränkta, eller i korn, fläckar och ådror genomdragna.

3^o *Grön Malakolit.*

4^o *Granat*, vanligen gul.

5^o *Rhodonit.*

6^o *Serpentin.*

7^o *Schefferit.*

8^o *Amphibol* (Strålsten).

9^o *Serpentin*.

10^o *Epidot*.

De vid Långbansgrufvor förekommande sällsyntare mineralierna äro :

Hisingerit.

Aphrodit.

Stilbit, gulaktig, koncentrisk strålig.

Gips.

Apophyllit, bladig.

Skapolit, krystalliserad och derb af strålig textur.

Berzelit.

Hedyphan.

Rothoffit (svart Granat).

Arragonit.

Schefferit.

Richterit.

Gediget Bly.

Kataspilit.

Lamprofan.

Pyraurit.

Tungspat.

Brucit, bladig.

Hausmannit i korn.

Pajsbergs jern- och manganmalmsfält

ligger på förenämnde dolomitlager Malmen vid Pajsberg är blodsten (inblandad med något magnetit) och *hausmannit*, hvilka brytas på samma gång, men uppläggas i särskilda hopar. Haumanniten bildar lager invid blodstenen, och består af så tätt aggregerade korn, som sitta i dolomiten, att den i stort brytes till en manganhalt af omkring 60 och uppsattes sedan på ortens masugnar, för att meddela en manganhalt åt tackjernet, hvilket anses som förmånligt.

Så i geologiskt som mineralogiskt hänseende liknar Pajsberget mycket Långban. Anmärkningsvärda mineralier vid Pajsberg äro:

Rhodonit i skönnå krystaller (s. k. Pajsbergit) af rosafärg.

Tephroit, brun, rosafärgad och askgrå.

Hydrotephroit (vattenhaltig Tephroit).

Pyrochroit

Gediget bly i skällar, blad och trådar.

Hedyphan, hvit och svafvelgul.

Kondarsenit, i vingula korn, sittande i

Tungspat. Spår af *Blyglans*.

Svart *Mangankisel*. *Gedigen koppar*, spår.

På ett större kalkstenslager, som genomgår Nordmarks jerngrufvefält, finnes äfven Hausmannitmalm (utan jernmalm), men i mindre mängd. Detta ställe bär namn af Jakobsberg, och förer utom Hausmanniten följande mineralier:

Jakobsit (Damour), liknar Hausmannit, men drages af magneten, ger svartbrunt streck, och är en kemisk förening af jernoxid och manganoxidul

Gedigen koppar i stora skällor och i trådor.

Piemontit i utmärkt vackra zinnoberröda krystaller.

Hyalophan, lik blekröd orthoklas.

Svart *Mangankisel*.

SILFVER- OCH KOPPARGRUFVOR INOM FILIPSTADS BERGSLAG.

Hornkulls silfvergrufvor

ligga i den höga bergstrakt, som åtskiljar sjöarne Yngens och Daglösens vattendrag. De äldsta grufvor i detta fält äro lemningar sedan Karl IX's tid, som, under tiden för deras bearbetande, tidtals bodde ej långt derifrån, nemlig vid Nykroppa. Sedan dess hafva flera mindre grufvor och försöksskärpningar blifvit upptagna, dels i samma och dels i omkringliggande kullar. Alla ligga dock nu öde. Malmen, som består af *galenit* (blyglans) bildar, tillsammans med

pyrit, *pyrrhotit*, *arsenopyrit*, *chalkopyrit* och *sphalerit*, ådror i en mörk hälleflinta. Dessa ådror äro af $\frac{1}{2}$ fots tjocklek, men af öfver flera 100 fots längd, liggande särsprida i de flera hälleflintkullorne, som finnas i denna trakt, och hvilka i sin ordning ligga omgifna af granitartade gneissberg.

Magnetit finnes bland blyglansen i de större grufvorne. *Amazonsten* och *Turmalin* vid de mindre (Klocker Brithas kulle).

Borns silfver- och koppargrufvor äro äfven lemningar sedan Carl IX's tid, men hafva sedan dess tidtals varit föremål för arbete. Ligga nu alla öde. Malmen, *galenit* och *chalkopyrit*, bildar ådror i den förut omnämnda dolomiten, som går till Pajsberg och Långban. Vid de flera grufvorna å Borns mark märkes å varpen följande gångmineralier:

Sphalerit.

Molybdenit, i små blad.

Arsenopyrit, derb och i prismer.

Grammatit.

Skapolit.

Scheelit, krystalliserad i tetragonala oktaëdrar, sittande i en blandning af *sphalerit* och *pyrrhotit*.

Polyargit, rosafärgad, derb

Anorthit. o s. v.

Lahälls silfvergrufvor

flera mindre, troligen äfven lemningar sedan Carl IX's tid. Nu öde. Malmen utgöres af *galenit*, som sitter tilsammans med *pyrrhotit*, *pyrit*, *sphalerit*, *klorit*, *fluorit* (af flera färger), *serpentin*. Mycket vacker *Amazonsten* finnes här, hvilken förekommer på grofkorniga granitgångar, som genomsätta malmlagren. Omgifvande bergarten är dolomit, en utsträckning från de närbelägna Långbansgrufvorna.

Getö silfver- och koppargrufvor.

Dessa mindre grufvors malm ligger på en ö i sjön Yngen, och utgöres af en blandning af *galenit* och *chalkopyrit* med *pyrit*, *sphalerit*, *malakolit*, o. s. v.

Kobergs silfvergrufva

ligger i kanten af Persbergsfältet på ett större kalklager, som sjelft bildar lager i hälleflinta. Här förekommer:

Galenit.

Pyrit.

Chalkopyrit.

Pyrrhotit.

Kondrodit, i derba brunröda massor.

Pleonast i små svarta tetragonala oktaëdrar.

Om orsakerna till de svenska jernmalmer-
bildning.

Såsom jag förut nämnt, förekomma Filipstads bergslags jernmalmer såsom lager i hälleflinta, som sjelf är schichtad eller gneissartad, och följa dessa lager hälleflintan eller gneissen åt, utan någon märkbar rubbning i det hela. Gångarterna malakolit, granat, epidot samt hälleflintan och den korniga kalkstenen har jag på flera ställen funnit hafva gemensam krukning i smått, liksom svallande vågor orsaka i sanden vid en sjöstrand. Detta faktum bevisar tydligen att malmer med sina gångarter, hälleflintan och kalken äro af samtidig bildning.

Förenämnde observerade faktum gäller magnetit; men hvad då blodstenen beträffar, så är förhållandet alldeles detsamma, vare sig att denna är omgifvet af hälleflinta eller glimmerskiffer.

Hälleflintschichterna, glimmerskiffern eller gneissen. som föra hufved-depoterna för de svenska malmerna, vare sig af jern, koppar och silfver, hafva betydligt olika fall i olika

delar af Riket: sålunda finner man detta vara nära lodrätt i Persbergs-, Nordmarks- och Nykroppa fälten, omkring 45° stupande i det lilla Gåsborns fältet, mycket flackt i vestra Wermland och i svenska fjällryggen. Malmdepositen rätta sig fullkomligt härefter, så att man på de respecterande ställena har en mer eller mindre lodrätt uppfordring, med derifrån i praktiskt hänseende härflyttande mer eller mindre gynnesamma resultater. I Sverige anser man den lodräta uppfordringen vara fördelaktigast.

Orsaken till denna olika stupning borde förklaras. Men då kommer man först till gneissens bildning:

I afseende å gneissens bildning finnes det, åtminstone i Sverige, tvenne bevis som synes mig i hög grad tala för den åsigten att den är bildad på våta vägen, och ursprungligen afsatt i horizontela lager. Dessa bevis äro:

1^o Nullaberg. Här finnes en bituminös substans af stenkols sammansättning, och som intimt utblandar gneisslagren i betydlig tjocklek. Dessa lager stå nära lodrätt.

2^o Konglomeratet emellan Loka och Elfstorps bruk i Örebro län. Herr bergmästaren A. Sjögren har först observerat detta konglomerat. Det består af större eller mindre afslipade platta hälleflintstycken af storlek från en knytnäfve till ett mindre ägg, sammankittade af ett skifferlikt cement; de flata inlägrade styckena stå på hög kant, så att tydligen kan ses att dessa konglomeratlager ursprungligen varit horizontela. Nämnde lager stå i sammanhang med de hälleflintschichter, som öster om, in i Grythytte socken af Örebro län, omsluta jernmalmer.

De nordiska malmförande bergarterna, med deri inneslutna malmlager, anser jag således vara af samtidig bildning och ursprungligen horizontelt afsatta, på våta vägen,

men sedan uppresta till det läge, de nu innehafva. Denna uppresning kan hafva skett antingen genom en skrynklung af jordklotets fasta skorpa i stort, genom storartade eruptioner, som verkat på hela landsträckar, eller genom lokala små häfningar.

Af den almäna gemensamma stryckningen och stupningen, som hälleflintan, gneissen eller glimmerskiffern har öfver stora landsträckor, måste man ovilkorligen sluta till häfningar, som verkat på långa afstånd, eller skrynklungar som skedd i stor skala. Så t. ex. har jag sett glimmerskiffern i nordiska fjällryggen hafva på 6 à 8 mil ett gemensamt fall mot vester; gneissen i vestra Wermland likaså. Deremot måste man ock sluta till en mängd lokala häfningar och rubbningar; ty huru annars kunna förklara att t. ex. malm-lagren i Gåsbornsfältet hafva mycket ringa stupning, jemförda med de närbelägna i Persbergsfältet. Då det ej, enligt hvad jag bestämdt vet, finnas några hyperit-, diorit-, diabas- eller andra plutoniska massor i grannskapet af förenämnde fält (åtminstone ej af någon betydighet), så vill man gerna tänka på de omkringliggande stora och höga granit-gneissbergen såsom häfvande eller rubbade. Den granitartade gneissen borde således vara en på eruptiv väg bildad bergart.

OM
PRINCIPERNE FOR OG FORMENTLIGE VANSKELIGHEDER VED INFINITESIMALREGNING.

AF

Professor Dr. R. Hoppe.

I Nyt Magazin 16de Bind p. 46—75 findes en Afhandling af Dr. A. S. Guldberg „Om Feilenes Kompensation i den Leibnitzske Infinitesimalregning“, hvilken jeg, til Forsvar for Videnskabens gode Navn, ikke kan lade uden Bemærkning.

Naar man i forgangne Aartier og Aarhundreder talte meget om Feilen i Infinitesimalregning, om Vanskeligheder og Tvivl, om Umulighed af klart Begreb om uendelige Størrelser, saa var der mange Aarsager hertil, som vi ikke behøve at opregne: de største Autorer (Lagrange, Leibnitz o. a.) deltog og gik foran i Vildfarelserne, som tilhørte Tidsalderen; vi maa derfor undskylde, at dafortiden mangfoldige Betragtningssmaader existerede ved siden af hverandre uden exakt Faststilling; vi maa ogsaa selv erkjende det som en Fortjeneste, at Cauchy indførte Grændseværdien, og at han bragte tilveie med dette fattige Hjælpemiddel en vis Streng-
hed i Theorien, uden dog at forklare Begrebet uendelige Størrelser.

Men nu, da hele Spørgsmaalet er afgjort, da uendelige Størrelser ere bestemte mathematiske Elementer, over hvis Betydning vi kunne give fuldstændigt Regnskab, forstaaeligt for Enhver, nu maa vi vel overgive til Glemsel alle hine overflødige Experimenter, som blev anstillede for at forklare hvad der dengang tyktes en ubegribelig Sag. Der handles ikke mere om Tanker, Forsøg og Betragtⁿingsmaader, men om hvad der er rigtigt, og hvad der er falskt. Der handles ikke om Leibnitz's Begreb, Anskuelser og Methode; thi Leibnitz eiede intet Begreb om uendelige Størrelser. Vor Theori hører til en ny Tid og maa ikke blandes med Uklarheder fra en Fordumstid.

I den citerede Artikel stræber Forfatteren med Omhu og Nøiagtighed at fremme Klarhed i en Gjenstand, som længe blev behandlet uden videnskabelig Omsorg. Men han bringer endnu ikke Sagen paa det Standpunkt, som allerede var opnaaet. Som om vi havde at søge efter en nogenlunde antagelig Ordning, fører han frem en Række af Ideer af en Philosoph Carnot, hvilken taler meget om Sagen, men ikke paakjender noget som bringer Spørgsmaalet til Afslutning. Jeg tror derfor, at det methodiske Fremskridt, som er gjort i vore Tider, endnu ikke har naaet tilstrækkelig Udbredelse, og at det behøver at fremsføres atter og atter, indtil det uddriver de gamle Forestillinger og opnaar almindelig Antagelse.

Jeg vil derfor først karakterisere med faa Ord Lærens indeværende Standpunkt, siden fremlægge ligesaa kort Principerne for Infinitesimalregning, slutteligen forklare nogle Punkter, som behøve Forklaring. Lærens Standpunkt er følgende:

Begrebet uendelige Størrelser, saaledes som det nu gjælder

ved videnskabelig Praxis i ren Analysis, i Geometri og i Mekanik, er uden Hjælp af Grændseværdien defineret med største Simpelhed og gennemført med fuldkommen Strengthed kort og godt i Principerne for Differentialregning og Theorien om Rækker.

Principerne for Infinitesimalregning ere indeholdte i 2 Definitioner og 1 Hovedsats, alle tre forstaaelige selv for Skolebørn.

Hvad betræffer min først Paastand henviser jeg til min „Lehrbuch der Differentialrechnung und Reihentheorie mit strenger Begründung der Infinitesimalrechnung. Berlin 1865.“ Den anden skal jeg fremlægge her. De bemeldte tre Satser ere følgende:

Definition 1. Uendelig liden er en Variabel, hvis absolute Værdi man kan gjøre saa liden som man vil.

Definition 2. Naar flere Variabler nævnes uendelig smaa, maa Betingelsen fuldbyrdes samtidigt af alle.

Hovedsats. To Konstanter, som differere uendelig lidet fra en Variabel, ere lige hinanden.

Bevis. Hvis Konstanten a er større end Konstanten b , og begge differere uendelig lidet fra en Variabel x , kan man gjøre $x - b < \frac{1}{2} (a - b)$. Subtraheres dette fra

$$a - b = a - b$$

saa bliver $a - x > \frac{1}{2} (a - b)$

hvilket er uforeneligt med en uendelig liden Difference $a - x$. Altsaa Forudsætningen $a > b$ er falsk, og ligesaa kan ikke b være $> a$; der bliver alene Tilfældet $a = b$, q. e. d.

Forskjellen mellem denne og den gamle Theori ligger i følgende Punkter. I den gamle Theori maatte en uendelig liden Difference forsvinde for at et Resultat skulde komme

tilveie. Men da Værdien „Difference $= 0$ “ udgjør en Undtagelse i alle Anvendelser af Infinitesimalregning, saa tilblev det Dilemma: enten Feil eller intet Resultat; og endskjønt Rigtigheden af Slutningerne kunde begribes, savnedes klare Principer til Begrundelse. I vor Theori faar ingen uendelig liden Difference forsvinde; det er en anden Difference, som er absolut $= 0$. Vi fordre ikke, at x skal være $= a$ eller $= b$; ikke destomindre finde vi netop $a = b$ af en Egenskab hos x . Vi kunne forestille os de uendelig smaa Størrelser saa store som vi ville, blot vi mærk paa deres Variabilitet, det er: derpaa, at Muligheden for Forandring er ikke indskrænket til en fast Grændse imellem Nul og den øieblikkelige Værdi. Og hermed har jeg udtalt den anden Forskjel. I vor Theori er en uendelig Størrelse stedse variabel, ikke mindre om vi gaa over til Grændseværdien. Ved denne Bestemmelse bortfalder al tilsyneladende Modsigelse og al Vanskelighed i Begrebet.

Et Exempel vil forklare dette. En Kredsflade differerer uendelig lidet fra en indskrevet regelmæssig Polygon med uendelig smaa Sider. Retkanten af Halvperipherien og Radius, i.e. $\pi r.r$, differerer uendelig lidet fra samme variable Polygon. Altsaa Kredsfladen er $= \pi r.r$. Man ser, at her ingen uendelig liden Difference forsvinder; begge blive positive; Polygonen er aldrig en Kreds; og dog naaes det nøie Resultat i fuld Strengthed. Efter den gamle Forestilling kunde man ikke fatte Tanken at gjøre en Slutning fra Polygonen til Kredsen uden at sige, at Polygonen gik over i Kredsen; og dog er det anderledes muligt.

Jeg har ofte hørt den Indvending, at Behandlingsmaaden af uendelige Størrelser, saa simpel og streng som den

er, skulde dog være vanskelig at bibringe Begyndere i Analysis, hvilke førstegang erfare noget om Funktioner. Jeg svare : Hvad Børn kunne begribe, er ikke for vanskeligt for Mænd, hvilke have Fordelen af den hele Uddannelse fra Gymnasium. Viser et Barn, at Haanden er uendelig nær Bordet, fordi den kan frit bevæges til Bordet; at derimod Haanden ikke er uendelig nær to Hjørner af Bordet, fordi, naar den nærmes det ene, faar den bevæges bort fra det andet; slutteligen, at, om dette skulde eie Rum, maatte begge Hjørner falde sammen i et Punkt. Intet af dette vil overstige Barnets Fatteevne; og dog er det sidstnævnte Indholdet i Hovedsatsen for Infinitesimalregning. For at bringe det i en anvendelig Form, behøver man kun at tage alle hine Afstande paa en ret Linie: da ville uendelig nære Punkter have uendelig lidet differerende Abscisser, og disse Abscisser kunne repræsentere alle Størrelser. Naar Skolaren ikke er Barn, kan man vælge Begyndelsen efter naaet Grad af Forstaaelse og gaa ud fra Abscisser eller fra abstrakte Størrelser; altid bliver dog Methoden væsentligen den samme. Den formentlige Vanskelighed er blot en Fordom og beror paa falske Forestillinger.

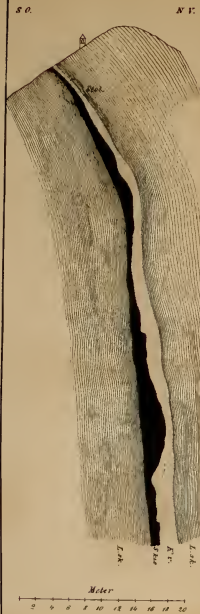
Kanske Nogen indvender, at Betydningen, vi give Ordet „uendelig liden“ statuerede en voldsom Forandring fra vanlig Brug, thi man tænkte derved stedse paa noget meget smaat. Men det indsees let, at denne Brug er urigtig, og at den leder til Tankeløshed eller til Modsigelse; fordi alt hvad er og forbliver, har sin Grændse og kan ikke være uendeligt. Kun Forandringen kan fortsættes uden Ende. Alene Variabler kunne derfor kaldes uendelig smaa eller uendelig store. Det er nødvendigt at modstaa hin uklare

og modsigende Talemaade, om vi ville bringe tilveie en rigtig Forstaaelse.

Det har altid været anseet som afgjort, at i Mathematiken kan intet være en Gjenstand for Tvivl. Vi kunne tilstaa, at noget er endnu Problem, men ikke at det kan være forskjelligt efter forskjellige Anskuelser. Hvi skulde Videnskaben savne sit Mærke ved de uendelige Størrelser? Jeg spørger derfor blot: Ere de opstillede Definitioner exakte? Er Hovedsatsen rigtig og evident? Er Begrebet i Overensstemmelse med den høiere Infinitesimalkalkyl, som er i paa-skjønnet Øvelse? Jeg hjemstiller disse Spørgsmaal til alle Læseres Dom og slutter med det Ønske, at Enhver, uden at se tilbage paa historiske Autoriteter, maa give sig selv et bestemt Svar, for at en saa længe taalt Vanskelighed endelig kan udryddes fra Videnskaben.

Gravdal.

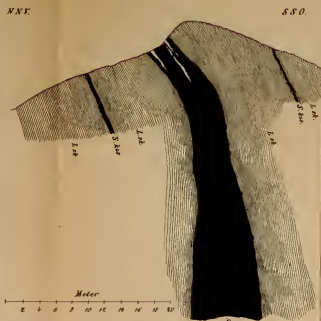
Fig. 1.



Valaheien.

Varaldsø.

Fig. 2.



Hinderaker.

Karmø.

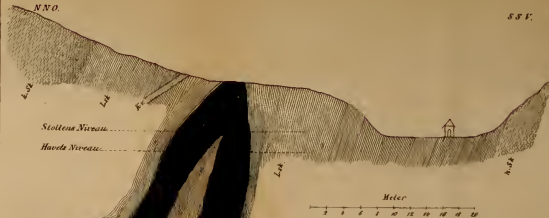
Fig. 3.



Viksnæs.

Karmø.

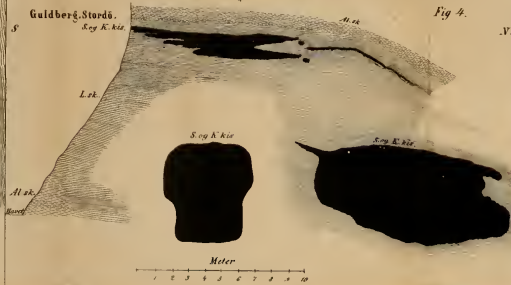
Fig. 5.



Guldberg, Stordø.

S og K. kis.

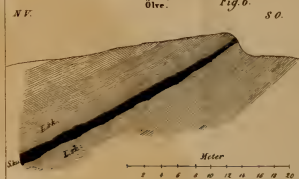
Fig. 4.



Dalmyr.

Ølve.

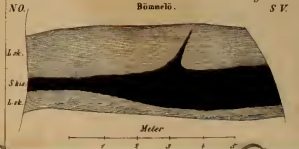
Fig. 6.



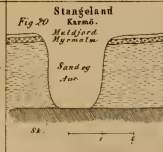
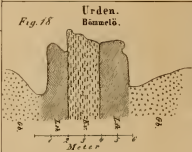
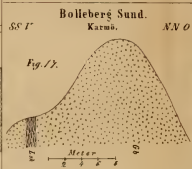
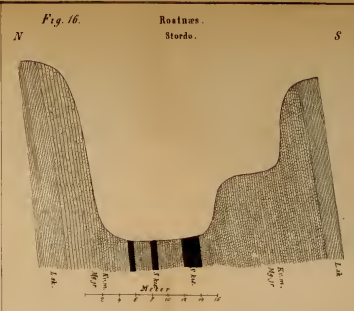
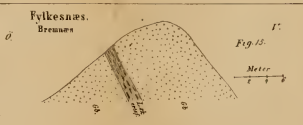
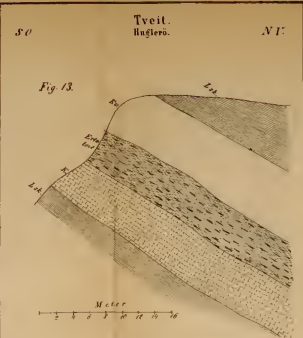
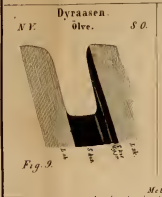
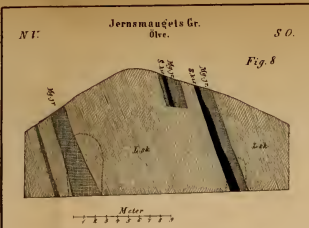
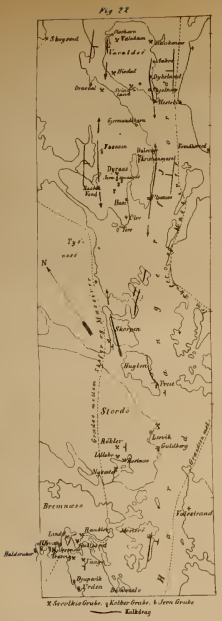
Kulleseid.

Bømme.

Fig. 7.



Lok. Lokkefjell.
Al. ok. Alunskifer.
h. sk. haard Skifer.
K. v. Kvikke.
S. kis. Svart kis.
S og K. kis. Svart og Kvikke.



Øl. Gubler
Ål. m. Myr. kvarte med Myrtegræs
K. Kalksten
Myrte. Myrtegræs.

Profil over Varaldsø

Fig. 21



Nyt Magazin
FOR NATURVIDENSKABERNE

18de Bind 4de Hefte.

Om Trondhjems Stifts geologi

af

Th. Kjerulf,

med et oversigtskart af Th. Kj. og K. Hauan.

Det Kgl. Videnskabernes Selskab i Trondhjem, som ved sin belimelige understøttelse engang muliggjorde udgivelsen i 1857 af forfatterens første forsøg til en betragtning over en del af det søndenfjeldske Norge (i dette tidsskrifts bd. 9 s. 193), har ved at overtage omkostningerne ved oversigtskartet også virket til offentliggjørelsen af dette første forsøg til oversigt over en del af det nordenfjeldske.

Med en planmæssig undersøgelse af Trondhjems stift — i de senere år tillige af Bergens stift — har jeg været beskæftiget siden 1866 med K. Hauan som assistent. Tidligere havde jeg kun berørt stiftet i 1857, 1861, 1864 sammen med hr. Tellef Dahll. I 1865 foretog hr. Hauan en undersøgelse af en større strækning. Til istandbringelse af dette første ufuldkomne billede har jeg benyttet de under disse reiser gjorde iagttagelser ved siden af hr. Hauans beretninger, arbejdskarter og dagbøger. Forsåvidt jeg har fundet tidligere iagttageres bestemmelser at være af vægt, ere disse citerede.

*) Til høiderne er benyttet de bedste kilder, veikontorets, opmålingskontorets, jernbanekontorets opgaver, bestemmelser af prof. Mohn, prof. Gu'dberg, J. Hørby, foruden en del egne.

Uagtet arbeidet ikke har kunnet række at vinde frem over hele det foreliggende landskykke, er dog saa meget nyt fremdraget, at en oversigt bliver nødvendig, ikke mindst af den grund, at vi på denne side af Kjølen, for at kunne drage nytte af de undersøgelser, der uden tvivl ville fremdrage vigtige resultater på den anden side af Kjølen, må fremlægge det her foreløbig faststillede.

Idet jeg altså griber den leilighed, som det kgl. Videnskabernes selskab har tilbudt ved at overtage de ikke ubetydelige omkostninger ved et farvetrykt oversigtskart, skal de større træk i det geologiske billede af Trondhjems stift her fremstilles, forsåvidt de efterhånden have afsløret sig for os. Men det må stedse holdes for øje, at først nu, efter at nogen oversigt er vundet, kunde man egentlig med større udsigt til heldig løsning af opgaven begynde forfra.

Vi søge ind i Trondhjems stift fra kysten indad. Vi komme således forbi Vestranden først langsefter i Trondhjems leden, derpå tværsover i Trondhjemsfjordens ydre del. Hernæst vende vi os til de yngre afleininger med de første i Trondhjems stift fremfundne fossiler i Ørkedalen.

Derefter kaste vi blikket over det vidløftige landskab ved Trondhjemsfjordens indre del og udspeide her de opstrygende grupper helt fra Dovres fod. Endelig fortsætte vi vor overfaring, idet vi flere gange følge de naturlige snit fra Trondhjemsfjorden til rigsgrænsen. På denne vor vei følge vi hvergang, såvidt nødigt er for skildringens helhed, de grupper, som vi gennemskjære, også udenfor vor egentlige linie. I særskilte overskrifter stille vi os disse grupper eller hovedemner strax for øje, som om vi alt strax havde udfundet dem, uagtet det egentlig er vor gang, som tilsidst udpeger dem. Hvad vi her meddele er ikke undersøgernes hele ruter og dagbøger, men en sum af de efterhånden gjenem ruterne og dagbøgerne samlede resultater.

Hitterens og Ørlandets konglomerat og sandsten.

Paa opsejlingen gennem Trondhjemsleden sees tilhøre Vestranden, derimod konglomerat- og sandstenrækken tilvenstre i Smølen, Hitteren med Ædø, Lexen, Garten o. fl. tilsidst i Ørlandet. B. M. Keilhau har allerede erkjendt denne lagrække som et „sandstens- og konglomeratfelt i Trondhjemsleden“ (Gæa norvegica s. 446).

Hitterens sandsten er grøn, med små lyse glimmerskjæl. Også lersten, nogle fod mægtig lerskifer samt en sparagmitsandsten (K. Hauan) betegnet ved korn af glaskvarts og feldspat er seet mellem dens lag, derhos rød lerskifer.

Hitterens og Ædøs konglomerat indeholder mange knoller. Om disses betydning ligeoverfor omvandlingsteoriene se tilbageblikket tilsidst. Her sees rød granit som Vestrandens, grøn lersten, sparagmitsandsten, grøn sandsten og lersandsten, rød hornsten eller jaspis, hårde grønne skifer, lys marmor, lerholdig kalksten altsammen i umiskjendelige brudstykker, og hyppigt; derhos også andre mere uvisse: gabbro? grønsten? sjelden blåkvarts (Ørlandet).

Konglomeratlagene, som indeholde disse knoller, vexle med sandstene. Smølen herhen hørende lag er lersten og lersandsten. Slibesten er nævnt fra Nypfjeld (Østeråt) og Juledagene.

På Hitteren og Smølen sees denne række af brudstykkelag gjennemsat af en sort og hvid, jævnt kornet syenit. Den indeholder på sin side også brudstykker af sparagnitsandsten — og ved randen findes en grændse-brekcie mellem begge.

På den lille ø Terningen i Trondhjemsleden sees skifer med kvartskorn, faldende fra landsiden og hvilende over grundfjeld. Også på Hitteren falde lagene nærmest syeniten fra denne, som har brudt igjennem.

Den udstikkende odde af Ørlandet fremviser Bejans

konglomerat, som har sandstens- og jaspisagtigt bindemiddel for brudstykkerne, der især ere rød finkornet granit som Veststrandens og hvid marmor. Ved Bjugn-fjorden ligger lagrækken fast vandret, konglomerat, sandsten og skifer vexle, det hele af ringe mægtighed på dette sted. Stribet granit er formationens underlag, dette sees saavel ved Høibakken som ved Bottengårdselven inderst i Bjugnfjord (K. Hauan). Keilhau omtaler rullestykker af granit og gneis, ligetil af et par alen i gjennemsnit, i Stor Fosens konglomerat (Gæa s. 447).

Fordi Veststrandens granit er ældre end konglomeratet, fører det brudstykker af hin. Men den samme granit synes tildels at være yngre end Trondhjemsskiferne ældre afdeling — hvilket erkjendes i Veststrandens indgående flige (se nedenfor). Graniten synes saaledes at have frembrudt efter hine skifere og før konglomeratet, eller med andre ord: konglomerat- og sandstens-rækken synes at være afleiet efter hine skifere og formedelst en, denne nye fjeldgrund overgående ødelæggelse. Vist er det, at man på opseilingen til Trondhjem for første gang af hine konglomeratets brudstykker kan gjøre bekjendtskab ikke alene med Veststrandens granit, men også med Trondhjemsfeltets ældre lag.

Længer syd er konglomerat og sandsten påvist mellem Sognefjord og Nordfjord, i Sulen, Kvamshesten, Håstenen, Hornelen o. s. v. (Hiortdahl og Irgens kyststrækningen af n. Bergenhus amt). Medens afleiningen hernede ved Dovres udgående pynt når til de høieste toppe og selv hviler høit over grundfjeldet i Norddalsfjord og Hyenfjord, sees det i Ørlandet fladtliggende og lavt i havets nivå. Dette er et bevis på, at Norges stigning er foregået efter visse brudlinier. I syd virkede Dovres linje. Her i Throndhjemsleden virkede Veststrandens linie. Et lignende eksempel på, at lan-

det falder af i flere knæk efter brudlinier haves efter al sandsynlighed i Romsdals profil (se om grundfjeldets mægtighed, Unvprgm. 1870. 1. s. 97).

Vestranden.

Den i Romsdals amt så iøjnefaldende deling af kystlandet (Om grundfjeldet l. c. s. 86) ved sprækker, der udgjør dybe fjorde, fortsatte i dale og eid, dels ligeløbende med kysten, dels tværs mod denne, er også meget fremtrædende i Vestranden, som er opskåret til mange rektangulære stykker. Langsløbende med Trondhjemsleden går Skibnæsfjord, Aasfjord, Værafjord — Hevnefjord, Snildfjord — Vinjefjord. Tværs mod den går mange flere ind, hvoraf skal nævnes Auresund, Lesund, Drømnæssund — indløbet til Hevnefjord — Imsterfjord, Stensdalsfjord.

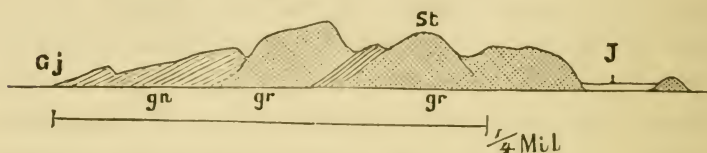
a. Mellem Vinjefjord og Trondhjemsfjord

består Vestranden af grundfjeld og granit. Norges kystrand er det gamle grundfjeld, ydermere fæstet ved granitgjennembrud, der ligge som mure ud mod havet. Grundfjeldet er grå gneis (Romsdalsgneisen, måske det ældste fjeld), hornblendeskifer, glimmerskifer, også ofte kvartsskifer ved Trondhjemsfjorden. Strøget i grundfjeldet slutter sig til granitdragene o: går nogenlunde langs med kystens hovedretning i Trondhjemsleden, faldet er snart udad, snart indad. På intet længere stykke tværs mod strøget overhovedet ser man samme fald, men det vexler. Dette iagttages langs Trondhjemsfjorden, videre fra Drømnæssund til Gjeleklakken, og fra Ven ved Snildfjord over Gråora og Ovnfjeld til Gimseheia (K. Hauan).

Ingedals granitfelt var det første, som her iagttoges og blev opgået og omgået temmelig nøie. Faldet i grundfjeldet er fra graniten på begge sider. Ingedals granit kan kaldes en rød ortoklas-granit med titanit. Oligoklas synes at mangle,

glimmeren er sort. Graniten optræder i mange afændringer af struktur, dels fuldkommen kornet, dels kornig sribet. Titanit sees hos enkelte afændringer i striber mellem de andre rækkevis ordnede bestanddele.

Ingedals granit ved Trondhjemsfjord.



*Gj. Gjetnæs. St. Storhaugen. J. Ingedal.
gn. gneis. gr. granit.*

Dette felt strækker sig nord over til Rødberget, som er feltets yderste spidse. Trondhjemsfjordens sprække bryder tværs igjennem og har efterladt Rødberget som en pynt, længe kjendt som granit, på den anden side af kløften. Koksten er en enslig højde med hornblendegranit mellem dette felt og kystmuren

Af mærkepunkter forøvrigt kan nævnes i graniten Agdenæs, Todalskjølen, Gjeleklakken 2—3000', samt Fonna, Hemsfjeld. Graniten sees langs kysten fra Agdenæs til Hevnefjordens indløb som rødlige klipper, i Hevnefjordens indløb og dens forgreninger, Aafjorden og Snildfjorden, i Vinjefjordens nordside med 800' høie og næsten lodrette, glatte vægge (Hauan). Granitens indre grændselinie er flersteds ret iøinefaldende, dens hovedmasse splitter sig i fortsættelsen over Ertvågø, Stabben og Tusteren i flere arme. Her hæver sig fjeldet Stabben til omkring 2000' op af havet. Forbi Kristiansund bliver graniten fast ukjendelig.

Vestrandens granit overhovedet, der ligesom det mindre felts, Ingedals granit, optræder i mange afændringer, dels kornet, dels sribet, ofte fører titanit og magnetjern, og hyp-pigt er en rød ortoklasgranit, løber langs med Trondhjems-

leden i flere svære tog eller drag, hvorfra top og ryg hæver sig til 1800 og 2000'. Et og samme drag forholder sig ikke regelmæssigt af bredde, og mod s.v og n.o afrunder det sig eller tilspidses, for således at forsvinde — og gjenoptages af et nyt drag. Exempel på afrunding sees i granitdraget, der fra Hevnefjord sætter ind mod Trondhjemsfjord. Her ender dette drag ved Øiangvand ret op for Lensvigen. Grundfjeldets lag, der nederst ved Trondhjemsfjordens indløb, stryge som Vestranden, rette sig her efter afrundingen indtil fast retvinklet stilling mod det ellers herskende strøg. Exempel på tilspidsning haves ved Ingedals felts sydlige ende.

Dette er hovedmærket i hele dette kyst-fjeldsystem, hvis bygning let overskues. Disse røde, høie granitfjeld, der ere ligeså afstikkende fra Romsdalsgneisens masser i s.v. som fra Ørkedalens og Trondhjemsfeltets længer ø. fortjene et navn. Men det hele fjeldstykke er kun en del af den lange, på lignende vis byggede strækning fra den mægtige tind Stabben ved Kristiansund til henimod Trondhjems stifts grændse. Jeg har foreslået navnet Vestranden (Stenriget og fjeldlæren, anden udgave 1870).

b. Mellem Trondhjemsfjord og Namsenfjord,

gentages i Vestranden det samme billede af kjædeformede, tildels endnu mægtigere, ialfald bredere tog af stribet rød granit, sjeldnere kornet granit, og mellemkommende strækninger af krystallinske skifere samt gneis. Mellem Åfjord og Trondhjemsfjorden er Skurven 1693' det høieste punkt. Mellem Åfjord og Skjørn hæver sig Kråkelidfjeld til 1838'.

Graniten stryger næsten sammenhængende fra Skjørn-fjord til Verafjord, og mellem Oxbåsen (på grændsen mellem Trondhjems amter), Namsenfjord og Beitstadfjord er næsten alt granit (Hauan). Mellem Oxbåsen og Ørlandet holder graniten sig mere som enkelte tog langs med kysten og som

mure yderst i havet. Også her fører den sribede granit ofte titanit og magnetjern.

I Stranden, annex til Lexvigen, øines fra Trondhjem et lidet ensligt granitfelt med Munken 1674'. Det er protogin-granit. Kollerne ved Ombordsnæs bestå af samme bergart Ved Trondhjem i Gråkallen 1756' står den samme.

En del af det mellem granitdragene optrædende terræn af lagede bergarter er umiskjendeligt grundfjeld med grå gneis, hornblendegneis, hornblendeskifer, også med mægtigt kvartsfjeld mellem Stranden og Lexvigen.

Når man ved indseilingen i Trondhjemsfjorden mellem Agdenæs og Rødberget skjærer tværs over de i Vestranden herskende strøg og iagttager de mellem granitdragene indklemte, steilt stående lag, og derpå bøier om næsten i ret vinkel for at følge kysten fra Rødberget til Beitstadsundet: skulde man måske vente i denne kyst at møde kun en eneste fortløbende lagrække med uforandret retning, langs med hvilken man når frem. Dette er imidlertid ingenlunde tilfældet. Trondhjemsfjordens indsnit blotter her en mere forståelig bygning. Mellem Rødberget, som er nordspidsen af Ingedals røde granitfelt, og Munkens protogin-granit vexler faldet 4 gange i bøjninger. Grundfjeldet består her af hornblendeskifer, glimmerskifer, tildels hornblendegneis. Strøget sætter også her tværs mod den længer vest herskende retning parallel Vestranden, idet nemlig Munkens granitfelt gjør sin indflydelse gjældende. Dernæst møder bølgede lag, som i det hele holde sig svævende over fjordspeilet, og hvori faldet vexler så mange gange, at det bliver besværligt at tælle. Med disse svævende lag af mildere skifer er man kommet forbi Vestrandens granit- og grundfjeld og ind på Trondhjemsfeltet. Strax øst ved Lexvigen sees endnu grå gneis og glimmerskifer af gammelt udseende, men derefter lerglim-

merskifer, tildels indsprenget med magnetkis og vitrioliserende, samt grønne skifer o. s. v. alt af Trondhjemsfeltets almindelige typus.

Denne del af Trondhjemsfeltet ligger tydeligt over grundfjeldet, og profilet, som kan følges fra lag til lag på hele strækningen, er i det hele oplysende og lærerigt. Når man tidligere her ikke har villet se nogen anden grændse end sådan, der skulde være „forbundet ved overgange“, da er det, fordi man ikke har fulgt profilet.

Men en del af de mange mellem granitdragene indklemte skiferfelt tilhører vistnok også Trondhemsskifernes og lersandstenens afdelinger, ledsages nemlig af stærke kalkstensdrag, der kun synes at have hjem i disse. Uden fossiler bliver det imidlertid misligt i ethvert tilfælde at forsøge på at henhøre alle disse udstykkede dele til den sande plads.

Indgående flige af Trondhemsskiferen i Vestranden.

Gjennem Rissen forbi Reinskloster og V.siden af Bottenvand stryger lag, der adskille sig fra grundfjeldet og må tilhøre Trondhjemsfeltet. Forbindelsen med dette kan også forfølges. Lagene ere stærkt sammenpressede, stå lodrette, synes ikke at indtage betydelig bredde.

Ved Bottenvand findes nægtig marmor ledsaget af jaspisagtig rød og grøn skifer. Disse lag stikke ud i næsset Hvidhyllen. Kalken har en bredde af 100—150' (Hauan). Længer oppe i dalen sees fortsættelsen af de samme marmorlag ledsaget af grøn skifer, rødlig og grå kvartsit. I retning mod Værafjord findes disse samme lag igjen ved Meltingvand. Kalkdraget står langs nordsiden af vandet. Skjønt foldede grønne skifer og kvartslag ligge over de fladt liggende kalklag, som altså have plads lavt nede i rækken. Skiferne udbrede sig til Mosvigen og Lexvigen med de sæd-

vanlige, Trondhjemsfeltet tilhørende, mange afændringer. Lagene i Rissen synes således at være en fra Trondhjemsfeltet indgående flig i Vestranden.

En lignende flig af Trondhjemsfeltet kan følges fra Ørlandets konglomerat over Gjølga-vand og fortsat mod n.o. over Langevand, Sælen-vand til Beitstadsundet.

Ved Gjølga vand omgives skiferne af granit på begge sider. Skiferfeltet danner en skål med fald fra graniten på begge sider, det indeholder forskellige grønne skifer, hornblendeskifer samt kalksten og kvartsit. Kalkstenen (marmor) indtager også her en plads lavest nede i rækken. Herfra i retning mod n.o. finder man efter en afbrydelse ved granit atter den samme fra Trondhjemsfeltet indgående flig n.o. for Gjermundsheia. Ved Harevandselv nær Langevand ligger kalkholdig kvartsit og mægtig kalksten nederst, derover i Storfjeld mægtig hornblendeskifer.

Ved Sælen svævende lag af kalksten, derefter forbi Holdenvand til Beitstadsund Trondhjemsfeltets skifer, lersten og lersandsten. Syd for Sælene optræde disse (i forvandlet tilstand?) under det samme uvisse udseende som tildels på Inderøen, i Frostens høie land (n.o.) o. fl. st., medens de længer hen mod sundet vise sig i sædvanlig skikkelse.

Disse 2 eksempler, fortiden de bedste, ere vel ikke de eneste flige fra Trondhjemsfeltet, indgående i Vestrandens grundfjeld og granit. Der findes vel også flere, men i tvivlsommere forklædning. Her kunde være spørgsmål om flere svære marmordrag, på Hitteren, Frøion, ved Stjern, ved Kvittaelv og yderst ude i havet på Almindingsø. Marmoren er oftest skjønt kornet, hvid, med grafitkjæl, køkkolit (Hauan).

Om disse kalklag tilhøre grundfjeldet eller er forvandlede flige af Trondhjemsfeltet, kan neppe endnu afgjøres med nogen vished.

Siluriske kalkstene.

Indkomne i Trondhjemsfjorden vende vi os først i syd til Ørkedalen. Uden fossilerne fra Ørkedalen skulde vi ikke være komne ind på nogensomhelst sikker forståelse af Trondhjemsfeltet; med disse kalkstene har vi derimod et grundlag. I 1857 fik jeg fra hr. civilingeniør Christie underretning om at han havde opdaget spor af fossiler i løse kalkstene i et stengjerde nær Meldalens kirke. Hr. Christie indsendte også tegning og prøve. Sporene vare ikke tydelige, et brudstykke af en bægerkoral syntes umiskjendeligt. I 1864 besøgte jeg stedet sammen med hr. Tellef Dahll. Vi opdagede da snart kalkstenen med fossiler i fast fjeld ved Kalstad, etsteds endog lige i postveien, hvor den forbikjørende kan se gjennemsnittet af en kefalopod siddende i kalkvæggen, (se fig. 8). Det egentlige findested, hvorfra alle de aftegnede fossiler fra Kalstad toges, var dog en urd under kalkvæggen i høiden, lige over Kalstad. Kalkstenen står på begge sider af elven og er afskåret af grønsten. Mellem fossilerne er den sikre siluriske kjædekoral (fig. 2 s. 14).

Profil over Ørkla i Meldalen, en del af Ørkedalen.



Ø. Ørkla. Kl. Kalstad.
g grønsten. k. kalksten. sk. lerskifer.

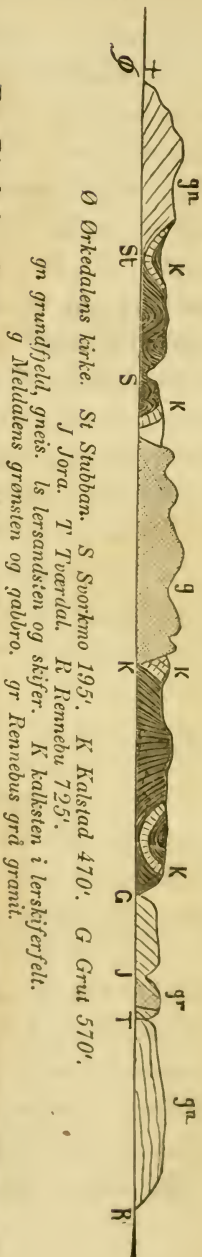
Senere har K. Hauan 1865 fulgt disse kalkstenes udbredelse og vist, at spor af fossiler også findes andetsteds i naboskabet, således Sletåsen ved Grut.

Her er altså siluriske lag, navnlig heller oversiluriske end undersiluriske. Profilet gennem Ørkedalen bliver derfor af særlig vigtighed; men det er vanskeligt at gjengive

fordiden på grund af at detailkarter mangle i dalens sydlige del, hvor de vigtigste forholde samle sig. Mange iagttagelser går tiispide uden kart, så længe man ikke nøiagtigt kan henføre hver enkelt iagttagelse til det bestemte punkt. Dette profil kan igjennem Soknedalen forbindes med profilet fra Guldalens snævring (se nedenfor), altså de siluriske lag forbindes med den der optrædende sandsten- og konglomeratrække.

Fjeldstrækningen er i disse egne tilstrækkeligt opskåret og lagt tilskue ved Soknedalen, som udmunder til Støren, og ved Ørklas dal. Gulas skiferfelt træffes i Soknedalen som alunskifer, og ved Bjerkaker som glindsende skifer.

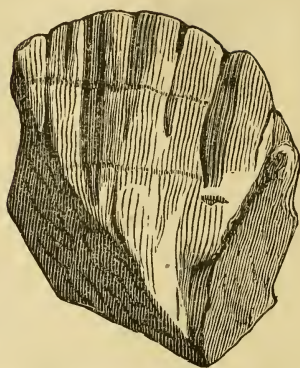
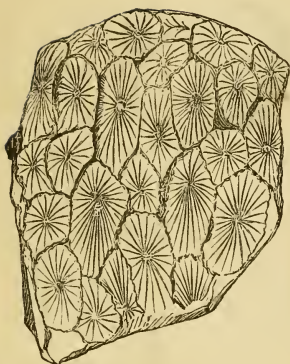
Skizzieret oversigtsprofil gennem Ørkedalen.



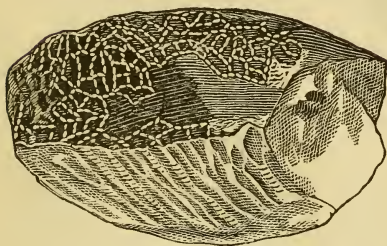
ledadens kirke. St Stubban. S Svorkmo 195'. K Kalsstad 410'. G Gru 570'.
J Jora. T Tverdal. R Rennebu 725'.
gn grundfjeld, gneis. ls lersandsten og skifer. K kalksten i lerskiferfelt.
g Meltdalens grøsten og gabbro. gr Rennebus grå granit.

Fra Bjerkaker kommer man ind på lersandsten og skifer — som det synes underliggende og tilsidst svævende. Ved Rennebu møder grundfjeldet, som mellem Tverdalen og Jora er gjennebrudt af granit. Men til graniten læner sig igjen, så sees idet man følger Ørkla nordover, lersandsten og skifer. Nu kommer mellem Grut og Kalstad dels smukt bøjede dels knækkede lag af lerskifer og kalksten, hvilken sidste ved Kalstad er afskåret af grønsten. Her er man som nævnt i det siluriske felt. De her i 1864 tildeles i mislig tilstand fundne fossiler gjengives i tegningerne 1—19.

Fossiler fra Kalstad

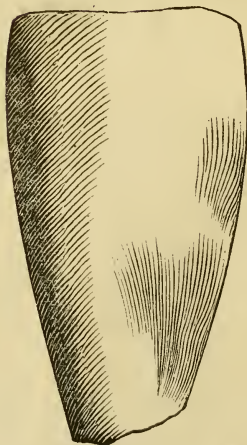
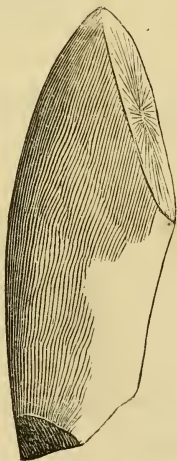
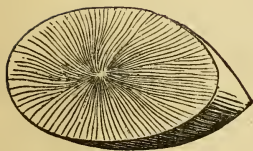


1. *Cyatofyllum?* sammensat.



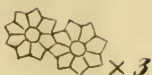
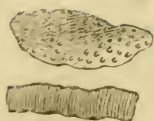
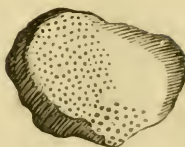
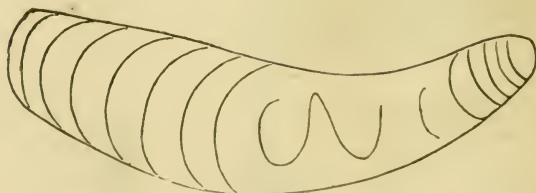
1a og 1b forstørret

2. *Halysites catenularia.* $\frac{1}{2}$



3. *Cyatofyllum?*
enkelt.

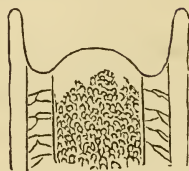
Fossiler fra Kalstad.

4 *Plasmopora*5. *Heliolites*.6. *Murchisonia*.7. *Spirifer*? brudstykke.8. *Lituites*? krummet i et plan, der ligger skraat mod papirets plan. Sees i en kalkvæg. Kalstadbakken.9. *Brachiopod*. 10 *Leperditia*.

Fossiler fra Kalstad.

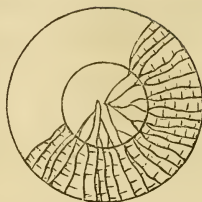
11. *Cystifyllum?* $\frac{2}{1}$.

13.



14.

15.

12. *Klisiofyllum* $\frac{3}{2}$.

12.a

12.b
forstørret.

Kalksten med forskjellige snit af

bægerkoraller

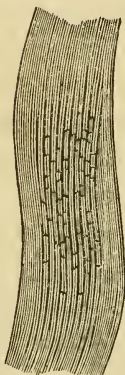
19.

krinoidestykker.

13, 14, 16

og cystideer?

17 og 18.



16. 17 og 18. 19.

Fossiler i kalkstenen ved Kalstad.

1. *Cyatofyllum?* sammensat, koloni, bundfladen sees ikke. De enkelte rør kantede ved gjensidigt tryk, deres høide 65 m.m., største diameter 28 m. m. Bægerne flade, skråt afskårne. Vægge talrige, mindst 80, lige, bundtvis (1 b). Tværbjelker talrige, synlige på muren udentil, hvorved den får et punkteret udseende (1 a).

2. *Halysites catenularia*. Da kjædekorallen ikke kendes udenfor den siluriske formation, er Kalstads kalksten herved betegnet som silurisk. Tegningen er i halv størrelse.

3. *Cyatofyllum?* enkelt, seet i naturligt tværsnit, fra siden og fra ryggen.

4. *Plasmopora?* Brudstykke 20 m. m. i længde, af pladeform, tæt sået med små runde rør af $\frac{1}{2}$ — $\frac{2}{3}$ m. m. diameter, omringede af en krands med polygonale plader (?). Tegningen viser overfladen, gjennemsnit og rørene, de sidste 3 gange forstørret.

5 *Heliolites*. Knolle 20 m.m. diameter, hvælvet overflade, høide 12 m. m, tæt sået med rør, hvis munding er af knappenåls hoveds størrelser, to på 1 m. m. Rørene forstørrede vise 12 (?) vægge.

6, 7, 8, 9. Måske brudstykke af *spirifer*, *murchisonia*, *lituites*, en *brachiopod*, *leperditia*.

Såfremt 8 er *lituites*, tyder dette på undersilurisk kalksten (l. antiquissimus? etage 4), derimod 10 den store *leperditia* på oversilurisk etage 5 eller 6. Her er plads for flere etager, 8 sees i kalkvæggen nederst ved foden af Kalstadbakken, 10 er tilligemed 2 og de øvrige fra løs kalk-urd under kalkstensfjeldet i høiden ovenfor Kalstad.

11. *Cystifyllum?* brudstykke, cylindrisk, enkelt, diameter 22 m. m., det indvendige fuldt af blærer.

12. *Klisiofyllum?* brudstykke, cylindrisk, enkelt, diam. 17 m. m., af den indvendige med små blærer fyldte del 8 m m. Talrige vægge omkring 96, talrige tværbjælker. I den indvendige del omkring 32 vægge.

13—19 viser udseendet af de med *krinoïde*-rester, *cysti-deer?* og *cyatofyller* spekkede kalkstene.

Alle disse fossiler optræde i meget mislig tilstand, selvkjædekorallen kunde ikke erkjendes med sikkerhed uden efter slibning. Kalkstenen er noget krystallinsk.

Det siluriske felt, mærket ved de fossil førende kalkstene, synes at hvile afvigende umiddelbart over] grundfjel-

det på den ene side og over lersandsten og skifer, som repræsenterer konglomerat- og sandstenrækken, på den anden side, uden at komme i berøring med Gulas skiferfelt. Man får her det samme indtryk, som profilerne fra Trondhjemsfjorden til grænsen give — nemlig at et yngre skifer- og kalkstenfelt er afleiet i randen af det ældre fjeld, også på denne side Kjølen.

Den nøiere udskillelse af det vitterligt siluriske felt kan ikke ske uden detailkarter, hvilke fortiden ikke ere forhånden.

I 1866 fandt K. Hauan nær Nyhus, s. for Hummelvigen spor af enkriniter i kalksten. Jeg besøgte dette sted sammen med hr. Hauan i 1870. Vi fandt intet andet end krinoide-stilke. De synes at ligne Kalstads og Sletåsens. De minde stærkt om Snarøens (Stenriget og fjeldlæren fig. 262).

Alle disse kalksten er gråblå, tæt, med et lyst glimmer- eller talkartet mineral i skjæl eller meget sjelden med bundtvis liggende tremolit(?) nåle, undertiden er kalkstenen også noget krystallinsk.

Enkrinitkalkstenen ved Nyhus har plads over Hummelvigens konglomerat, men forøvrigt forekommer den under så lidet åbnede forhold, at ingen flere oplysninger her ere hentede. Dens plads gjør det sandsynligt, at Forbordsfjelds kalksten (se nedenfor) som er den meget lig, hvori jeg hidtil forgjæves har søgt fossiler, også er silurisk.

Med Forbordsfjelds kalksten, der ligger høit, skulle måske også de lavere liggende kalkstene østenfor følge som siluriske. Dog tør vi ikke vove os ind på hypotesernes felt, men holde os til den mening, at hvis disse kalkstene føre fossiler, da må de vel kunne fremfindes.

Her kunde derimod være stedet at erindre, at man også andetsteds i Trondhjems feltet, men vistnok i løse stene finder spor af fossiler. Jeg har således seet den samme en-

krinitkalksten som nysnævnte i løse småstykker nær rigsgrænsen på Jemtlandsveien n.o. for Sandvigen. Og J. Hørbye anfører (Nyt mag. f. naturv. bd. 8 s. 345) ortocerer i blok (gråligblå kalksten) i Kjerringfjeldene og i Stadsbygden. Hørbye anser flytstenene fra sidstnævnte sted at være komne fra Sverige. Det turde dog træffe, at man fandt hjemstedet nærmere. Ja, der kan vel nu, siden spor af etagerne 6—4 ere fundne i Kalstads fossiler, ikke være tvivl om, at også etagen 3 med ortocerkalken vil findes indimellem Trondhjemsfeltet, som endnu indtil videre må omfatte forskellige etager; hvilke man ikke har kunnet skille.

Det Trondhjemske skiferfelt 1866.

Således nævntes et stort skiferfelt, hvorom man 1866 vidste, at det, liggende over sparagmit-kvarts-fjeldet og i tilsyneladende sideordnet stilling til diktyonema skiferne, strækker sig fra Rundans rand i Hamars stift langt ind over Trondhjems stift, hvis egentlige hovedmasse det danner. Der kunde i 1866 ikke være tale om videre deling eller bestemmelse i dette felt, som kun var kjendt løseligt. Det måtte udskilles, da det lå over sparagmit-kvarts-fjeldet, og da det indeholdt kjædekorallen ved Kalstad, kunde det ikke sammenstilles med diktyonema-skiferen og alunskiferen, hvis nærmeste findesteder med fossiler, Tunsåsen i Valdres og Hulberget på Vidda, desuden var meget langt fjernede. Sålænge ikke de oversiluriske lag var udskilte af Trondhjems skiferne, måtte navnet foreløbigt betegne afdelinger tilhørende den kambriske, måske den undersiluriske og den oversiluriske tid.

Indenfor Hamar stift, som publiceredes med det geologiske kart over det søndenfjeldske Norge 1866, var der ingen opfordring til at foretage nogen indre deling af det Trondhjemske skiferfelt. Feltet kom tilsyne på kartet kun som en rand fra Vågevand til Vigelfjeld.

I vest ligge de herhen hørende skifer enten over grundfjeldet eller læne sig op til det eller møde med afvigende lagstilling på strækningen mellem Vågevand og Ørkedalen.

På den hele grændselinie i syd (Rundans rand, som også er Dovres linie) ligge de samme lag over kvartsfjeldet, omkring hvis udløbende spidse ved Jættafjeld de også sno sig, på sydsiden ved Råsdalsfjeld med steile stærkt pressede lag, Her omkring kommer de Trondhjemske skifere i berøring med andre afdelinger, den glindsende lerskifers og høifjeldskvartsens, i det søndenfjeldske Norge. Øverst i Gudbrandsdalen, omkring Jættafjeld, ved Vågevand, derfra sydover til Kringen — er imidlertid forholdene ikke ganske klare og åbne. Uagtet de Trondhjemske skifere vistnok synes at ligge leiet over eller sideordnet med hine her sammenstødende afdelinger, er det muligt, at de dog indeholde en lagrække, som endnu skulde udsondres. Men den fuldkomne ensartede beskaffenhed har her ikke tilladt nogen udsondring.

Dovres linie gjør sig gjældende i skiferstrøget mellem Lougens dal v. for Dovre kirke og derfra mod n.o. til henimod Ørkla og Tønnaas kilder omkring Høi Gien. På denne brede fjeldmark sees oftest steile lag, gennembrudte af eruptiver, som dels indtage et lavere nivå, såsom Dovre graniten i Fokstuens dal indsænkning, dels de høieste toppe såsom gabbro og granit i Blåhørne, i Langhø og endelig i Høi Gien selv, hvor Dovre kan siges at ende. Østenfor gjør sig Kjølens linie tilligemed dens formure snart gjældende (se nedenfor).

Høider på denne del af Dovre (det egentlige Dovre i snævrere forstand. Om Dovre i udvidet betydning se Stenriget 1870 s. 236 og Om grundfjeldet, unvprgm. 1870. 1 s. 86) er Rottesjø Hø 5230', Jærkingavlen 3990, Fokstue Hø 5520'. De Trondhjemske skiferes sydgrændse er derhos be-

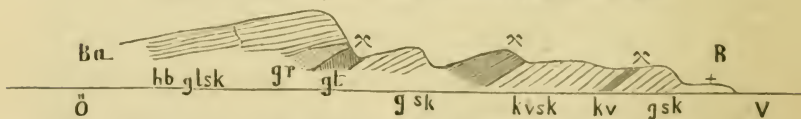
tegnet ved en rand med høiere fjelde (Rundans rand) fra (Kjølen) Vigelen 4500 og Hummelfjeld 4970 med Elgepiggen 5150, Elvedals Sølen 6000', Høg Rond 6700 til Jætta 5270'.

Trondhjems skifernes ældste afdeling

sees omkring Trondhjem, hvor lagrækken vises i flere mindre snit. H. C. Strøm har 1825 erkjendt kloritskiferen som hovedbergart omkring Trondhjem. V for byen hæver sig protogingraniten (som erkjendtes etsteds „østfor Trondhjem“ af J. Esmark 1827, skal formodentlig være vest) ved Ilsviken. Gråkallen 2346' består af samme granit. S. for byen hæver sig andre eruptiver, gabbro og grønsten med Vasfjeldet til de høieste punkter. Også gabbroen erkjendtes af J. Esmark som norit (Reise til Trondhjem s 54). Hermed har vi allerede et foreløbigt blik på nogle af feltets eiendommeligheder.

Det nærmeste sted, hvor en længere lagfølge med utvivlsomme strater sees, er i linien fra Bakke til Bakkeaaunet ø. for byen Grøn kloritholdig skifer, kloritskifer, hornblendeglimmerskifer, sjelden kvartsskifer, også blåkvarts sees i dette profil.

Profil ved Trondhjem, forbi stenbruddene ved Bakke.

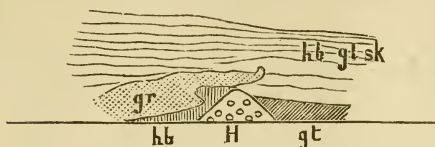


Ba Bakkeaaunet. B Bakke.

hb glsk hornblende-glimmerskifer : grøn skifer med hornblende og glimmer.
g sk grøn skifer. kv sk lys kvartsskifer. kv blåkvarts med magnetjern gnister.
gr protogingranit. gt gammelt (grøtstens) vegstensbrud.

I denne linie ligger et gammelt vegstensbrud. Vegstenen, væsentlig en klorit-sten, holder sig til grændsen af protogingranit. Man får det indtryk, at den er en formedelst protogingranitens nærhed forvandlet del af de grønne Trondhjems skifere. Samme indtryk får man i Opdal.

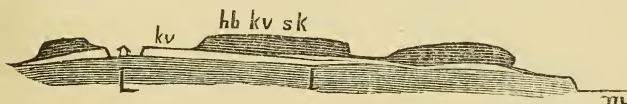
Front af det gamle Vegstensbrud nær Bakke.



*hb glsk hornblendc-glimmerskifer.
gr protogingranit. hb hornblendemasse.
gt (grøtsten) vegsten. H gammel hald.*

Syd for byen sees Byåsens bergarter fremtrædende i en klar lagfølge med ligeså utvivlsomme strater ved Ustmyrens rand: hornblende-kvartsskifer, blåkvarts tildels stribet ved korn af magnetjern og gnister af jernglimmer (cfr. nedenfor XII jernleiesteder, der synes at tilhøre straterne), underst lerskifer.

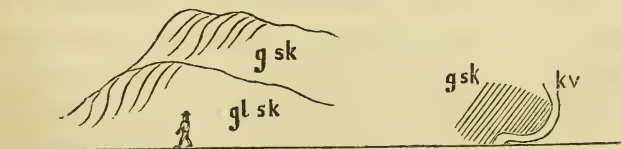
*Byåsens bergarter. Profil ved Ust, Trondhjem.
længde omtrent 1000 fod.*



*L Lund. m Heimdalsmyren.
hb kv sk hornblende-holdig kvartsskifer.
kv blåkvarts. l lerskifer.*

Går man til den modsatte side af det med ler og torv dækkede mærkelige platå (se om Heimdalsmyrene Norsk landmandsbog f. 1868 s. 119) sees s. for Bjørkan etsteds spor af lagning, der er forskjellig fra skifrigheden, men stedet er ikke ret klart.

Ved Trondhjem nær Bjørkan skifrighed forskjellig fra lagning.



*g sk grøn skifer. kv. kvartslag.
gl sk lys glimmerskifer.*

Til den samme lagfølge hører andetsteds også mægtig krystallinsk kalksten. Nærmest Trondhjem står denne i høieste åskant, når man fra Bjerke (Bjørkan) stiger over til Jonsvand. Under kalken sees lerskifer, dernæst hård skifer, kvarts og grøn skifer. Trondhjems lag kjendes igjen ved Levanger i den der v. udstikkende halvø. Her blottes i et snit over Kjønstad lagfølgen ovenfra nedad: grøn skifer, uren kvartsskifer, glindsende skifer, marmor, grøn skifer, marmor, kloritskifer med blåkvarts. I kloritskiferen små oktaedre af magnetjern. Længst i n. på odderne sees blåkvartsen at optræde tildels kun i stykker, der deltage i lagenes krusninger således som et lidet snit dersteds viser

Levangers næs.



i stykker brudte blåkvarts lag i klorit-glimmerskifer.

Af disse eksempler indsees, at man ikke uden fossiler — og hertil er ikke mindste spor fundet — kan opstille nogen orden i rækken. Trondhjems skiferne vexle med alle slags, grønne kloritholdige er de hyppigste, blåkvarts hører med til lagfølgen, ligeledes kalkstene. De er gjennemsat af protogin-granit. Lagene optræde særdeles ofte i krystallinsk udvikling, hvert lag efter sin oprindelige natur. De grønne skifere vise i høieste grad af forvandling α : krystallinsk udvikling af det oprindelige masse-indhold: hornblende i nålekrystaller, brune glimmerskjæl, kloritskjæl, kvartskorn. Andre lag fremstille en glimmersandsten ved kvartskorn og brune glimmerskjæl. Kalkstenen optræder som marmor. Visse lag vise en fin kvartsholdig grøn grundmasse med iliggende store

hornblende-krystaller, dette er en afændring fuldkommen lig Rørosskiferens (se nedenfor).

Konglomerat- og sandsten rækken.

Før hver gang vi på vor vandring har gennemstreift et nyt felt, bør vi søge at gribe nogle af dets mest typiske bergarter ud om muligt som eiendommelige. Bergarterne i denne gruppe, tilsyneladende en indleining i Trondhemsskiferne, ere:

Konglomerat — med lersten grundmasse og iliggende knoller, hyppigst afrundede og slidte som ægte rullestene. Brudstykkerne vise især foruden sandstene, lerstene o. s. v. protogingranit, finkornet granit, marmor. Det største iagttagne brudstykke ved Lunke, Stjørdalen, er 1' langt, $\frac{1}{2}$ ' bredt, sees oppe i en utilgjængelig væg; måske er det granit. Allerede i Opdal spor af dette konglomerat. Høgsten 912' Lillesten, Aune o. fl. st. i Guldalen. Gevingåsens fod, Stjørdalens sydside og nordside yderst ude, Forbordfjeld, Langstenen, Stokvola 1649', fjeldene ved Hoplen, endelig også mellem Stenkjær og Bergsvand. Konglomeraterne blive således til skjønt orienterende lag. De nævnes af H. C. Strøm fra flere punkter under navnet gråvakke (Mag. f. naturv. bd. 5 s. 253), brudstykkerne erkjendtes ikke som sådane.

Nålesandsten — en grå eller grønlig sandsten spekket med fine nåleformede krystaller af et mørkgrønt mineral, formodentlig strålst.

Stjørdalen, Krokstad o. fl. st. Ved Krokstad, hvor den tildels indeholder brudstykker, sees disse nåle siddende sammenhobede på lagfladerne, derhos også både i grundmassen og i enkelte brudstykker. Dette mineral synes således at være udviklet senere.

Sandsten — grå og grøn, hyppigst en vakker lersandsten, samt lersten af samme farver er overalt de hyppigste

bergarter indenfor denne gruppe. Sandstenen erkjendtes af K. Hauan 1865 i Ramsfjeld, ved Krokstad, i Høgskarven. Uden ved at give agt på konglomeraterne og sandstenene kan gruppen ikke udskilles. Tidligere er udbredelsen af begge i stort stedse overseet. Sandstenens egenvægt er 2.7. Grøn sandsten fra Ramsfjeld (efter Hauan) med fradrag af tab ved glødning 1.76 pct.

SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	CaO	MgO	KaO	NaO
71.5	13.4	6.0	1.4	3.3	3.5	0.8

Kloritskifer — i Guldalens snævring, ved Levanger ø. for Kjønstad o. fl. st. Lerskifer og lersten. Tykskifrige tagstene: Stjørdalen s. under Forbordfjeld, Opdal i Sisselhø.

Profilet i Opdal. Konglomerat- og sandsten-rækken begynder allerede i Opdal under Dovres fod. Her er fjeldmasserne gennemskåret af dybe dale, som lade snit af 2000 fods høide og mere komme tilskue. Man skulde mene, at her alle leiningsforholde måtte ligge klare og åbne, men dette er ikke tilfældet. Tvertom møder her forvirrede systemer, fordi på den ene side Dovres granit, på den anden side Opdals (Stuens) har virket til steile lagstillinger.

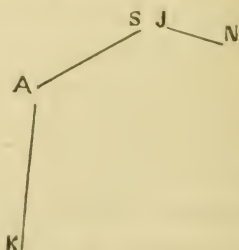
Vi ville betragte 3 indskårne snit, som her åbnes: fra Kongsvold til Ny Aunet, hvor sammenhængen ophæves ved Opdals brede, med aur og blokke fyldte dalbund; fra Aune til Stuen; fra Ørkla til Navadal. Disse 3 snit ligge således

Profilernes retning n. ved Dovres fod.

K—A Kongsvold til Aune omtr. n.

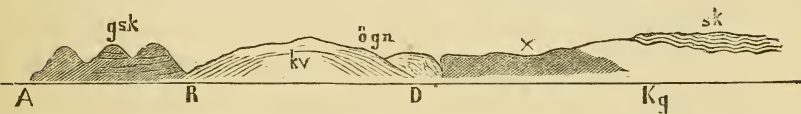
A—S Aune til Stuen n.o.

J—N Jndset til Navadal o.s.o.



På veien ned fra Jerkinhøiden overskrider man Dovres glindsende skifer. Under disse sees på nedgangen gennem Drivas dal n. for Kongsvold hornblendeglimmerskifer og kværnberg. Men derefter møder i Drivas svælg en grøn, tæt, seig, med kloritskjøler i alle retninger gennemkrydset masse. Ved Drivstuen sees grundfjeld med opstigende lag af øiegneis og derunder vakre kvartsskifer. Disse samlede lag synes at bøje ned igjen ved Rise. Derpå kommer i de høje fjelde mellem Rise og Aunet, nemlig i Sisselhø 5182' og Olmenberget grønne skifer som i Guldalens snævring, men lagene ligge svævende. Under toppen af Sisselhø tagskifer som Stjørdalens.

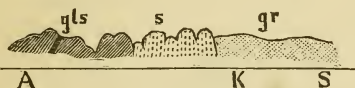
Profil af Drivdalen mellem Aune og Kongsvold.



*Ny Aune 1699'. R Rise 1900'. D Drivstuen 2143'. Kg Kongsvold 2850'.
gsk grønskifer, med tagskifer på toppen under Sisselhø 5182'. øgn øiegneis.
kv kvartsskifer. x seige grønne masser uden lagn ng. sk Dovres lerskifer.*

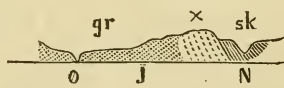
I den steile væg på nordsiden af daldraget mellem Aunet og Stuen sees vertikale lag, sandsten nærmest granitgrændsen, grønne skifer længer fra, derpå overskrides Opdals granit.

Profil fra Aune til Stuen.



*A Ny Aune 1699'. K Kroken.
S Ny Stuen 1678'.
gr grøsten i ls lersandsten.
sandsten. gr Opdals grå granit.
g granitgang.*

Profil over Indset til Navadal.



*Ø Ørkla bro 1137'. J Indset.
N Navadal 1520'.
gr granit sk grå lerskifer, alunskifer.
x forvandlet grøn masse med mange hvide
granitgange.*

I det lille snit langs Ørkla forbi Indset til Navadal sees, idet vi begynde ved Navadal, grå og grøn lerskifer, derimellem alunskifer, dernæst nærmere graniten sees grøn skifer

og grøn masse lig Drivdalens. På sydsiden af elven ligger i disse tilsyneladende steilt stående lag Indset gamle grube. Dernæst nåes graniten.

Af disse snit synes så meget at fremgå med vished, at den af lerskifer bestående store afleining på Dovres fjeldmark ligger over grønne skifere i Drivas dal (og i Opdal?) Disse ligge over grundfjeldet ved Drivstuen. En stor sandsten- og lersten-afleining sees imellem de grønne skifere. Dovres skifer svarer til Gulas skifere (se nedenfor). Opdals grønne skifere svarer til Trondhjemsfeltets ældre afdeling, derimod sandstenen ved Aune til konglomerat- og sandstenrækken; men den sidstes plads bliver her uvis formedelst de steile lagstillinger. Og på den anden side har det udseende af at grønne uvisse masser skulde være fremkaldt af skiferformationer ved granitens nærhed, og det af forskellige skiferformationer. De samme uvisse grønne masser sees også nordenfor mellem Austberg og Bjerkaker, ved Bradset o. fl. Ved Bradset er vegsten fremgået af forvandlingen.

Profilen i Guldalens snævring. Fra Støren til Gulfossen er Gulas dal en snævring, som åbner et snit i fjeldet, og da lagene stryge tværs over snittet på dette stykke, bliver det et „profil“. Dette profil vil vel altid beholde et vist værd for iagttagere, da det formedelst jernbanen og stationer er forholdsvis let tilgængeligt; men det er neppe særdeles oplysende. Det første, man synes at se, er en række af næsten lodret stillede lag, så langt profilet når. Det er først ved nøie at efterforske, at man får mistanken om, at alt her er foldet, men med hensyn til hele denne lagrækkes plads i forhold til det indenfor optrædende skiferfelt forbliver man fremdeles uvis.

Snævringen i Guldalen n. for Støren.

F Flå kirke. *A* Aune.

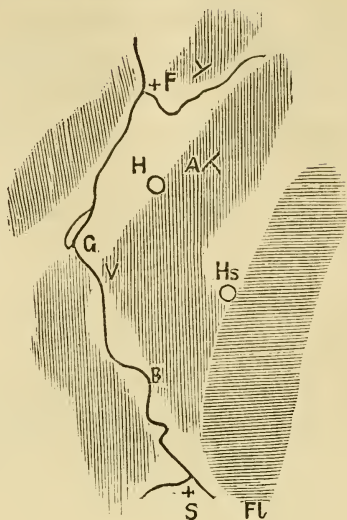
H Høgstenen 912' og Lillestenen.

G Gulfossen. *V* Vollan.

Hs Høgskarven 1878'.

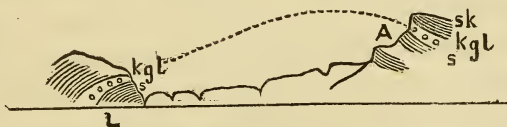
B Bro over Gula.

S Støren kirke. *Fl* Folstad.



Vi vil først overskjære det daldrag, der går op fra Flå kirke, hvilken dal er Sælbu vasdrags gamle, nu ler- og sandfyldte afløb. Her sees de samme lag heldende indad til fjeldet ved begge dalsider, og det samme profil, visende et hvælv kan også iagttages, hvor man ellers overskjærer denne brede dal.

Snit over dalen ø. for Flå.

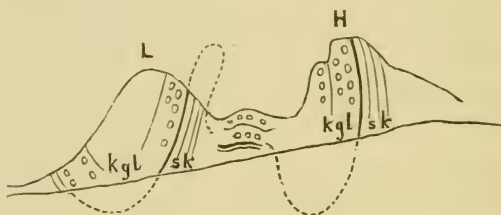


L Lerbro. *A* Aune.

sk lerskifer. *kgl* konglomerat. *s* sandsten.
s dalbunden ler.

Dernæst undersøge vi de lidt længere s. ved Lunde og Lynges opkneisende fjeldklumper som har navn af Lillestenen og Høgstenen. K. Hauan fandt disse at bestå af konglomerat. Her sees tydelige tegn til meget stærke sammenpresninger, som jeg 1866 opfattede således

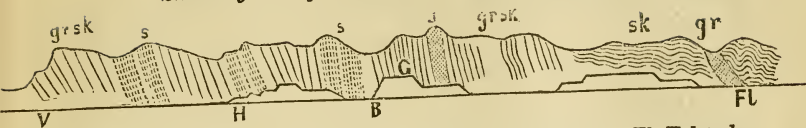
Lillestenen og Høgstenen, Guldalen, set fra s.v.



*L. Lillestenen H Høgstenen eller Lyngstenen.
kgl konglomerat og sandsten. sk lerskifer.*

Forfølge vi nu disse lag ind i snævringen, da forsvinder for det første konglomerat-karakteren i visse af vore orienterende lag, og vi har grøn eller grå sandsten, lersandsten, nålesandsten for os, kun undertiden brekcieagtige ved skarpkantede brudstykker. Derhos har vi her lutter steilt stående lag. Lerskifer, sandstene, kloritskifer veksle hyppigt med gange og drummer 1—2" mg af albit, klorit og prasem. Hvis vi ikke først havde opsøgt de andre profiler, da skulde vi tro fuldt og fast her at have en eneste, helt omstyrtet række for os af uhyre mægtighed. Men også på den venstre side af elven (jernbaneliniens side), sees spor af kast og ombøiede lag, skjönt såre utydeligt, mellem Hovind og Krokstad på stykket tilsvarende vort profil fra højre side mellem V og B.

Snævringen n. for Støren. Profil, højre side.



V Vollan. H Haga. B bro over Gula. G Granmo Fl Folstad.
 gr sk grøn skifer og kloritskifer. s sandsten, brekcie og lersandsten.
 sk glindsende grå lerskifer g grønsten gr Folstads grå granit
 dalbunden terrasser (se om disse Unvprgm. 1870. 1 s. 68). Høiden af fjeld-
 nten aftager i profilet v. mod ø. fra 1200 til 934'. Støren jernbanestation mellem
 og Fl ligger 203' o.h.

Der bliver således liden tvivl tilbage om, at vi her har ikke en eneste, helt omstyrtet lagrække af uhyre mægtighed for os, men en forholdsvis mindre mægtig følge af helt sammenpressede lag. Konglomerater, tildels brekcier, sandstene, lersandstene, nålesandstene mærker denne følge af lag, som i alle henseender svarer til såvel Trondhjemsledens som Stjørdalens og Langstenens lignende. Konglomeratets brudstykker bestå også her af granit, sandsten, lersten, lerskifer, marmor, blå kalksten, jaspisagtige røde og grønne stykker o. fl.

Ved Støren støder den grønne skifer, som ledsager sandstenen, sammen med de grå krusede lerskifer og længer op alunskifer, hvilke tilhøre Gulas skiferfelt. Forholdet mellem den på vort profil indtegnede konglomerat- og sandstenrække og den længe syd og øst udbredte skiferformation forbliver endnu her uvist. De steile lagstillinger tillade forskjellig udtydning. Der er nu håb om, støttet til nye udmærkede detailkarter at opsøge andre snit end det her fremlagte. Men imidlertid sees af Guldals snævringens profil kun såmeget med vished, at en stor afleining af sandstene, konglomerat, brekcier med mellemkommende skifere ligger som en rand langs Gulas store skiferfelt.

Heller ikke når vi opsøge et lignende profil som dette ved Stjørdalen i snævringen, som fører til Meraker (se ne-

denfor) får vi væsentlig et andet indtryk. Også her kunde de steile lagstillinger og de overordentlige sammenpresninger netop der, hvor de 2 felt mødes, opfattes forskjelligt.

Opsøge vi snittene rundt om Forbordfjeld, får vi heller ikke noget afgjørende moment til bedømmelsen af disse forhold. Vistnok synes vi overalt at se, at Gulas (fortsatte) skiferfelt ligger over konglomerat- og sandsten-rækken, men vi kunde dog endnu tvivle og får vente flere afgjørende grændsepunkter. Det er med dette forbehold at vi fortiden have ordnet grupperne.

Yngre afdeling af Trondhjems skiferne.

Gulas skiferfelt således kan den strækning kaldes, som ligger mellem Ørkla ved Indset og Gula ved Eidet samt gjennembrydes af Sokna og af Gula selv. Den består af lerglimmerskifer (fyllit), alunskifer og mørkfarvet kvarts, grafit-skifer (især n. for Gula), samt glimmersandsten. Dette er de almindeligste bergarter, derhos vistnok også andre krystallinske eller halvkrystallinske skifere, som ligne alle andre i hele Trondhjemsfeltet.

Hauka, Ena og Bua skjære i sine øvre løb gennem flade grus- og sandfyldte strækninger som have udgjort et stort bassin. Lagene ere her svævende. Således skilles de sidste udløbere af Dovre mod n o. ved platå med svævende lag og store bassiner fra Kjølens første formure, som møde længer øst.

K. Hauan, som har opgået hele denne strækning som så mange andre, har påvist alunskifer i 4 tilsyneladende forskellige nivåer, idet en linie omtrent v—ø følges. Men da profil ikke er blottet, kunde det antages, at disse tilsyneladende forskellige nivåer for en del fremkommer ved ryk. Fjeldmarken bærer i det hele udseende af at være opskåret ved ryk. Enkelte fremragende fjeldes form såsom Høgkit-

telens taler for det samme: en heldende lagside og en steilere brudside udmærke fleresteds formerne.

Det er tydeligt, at hele denne store afleining af især lerskifer uagtet den vistnok ikke ubetydelige mægtighed dog ikke når højere op end alunskiferen, såsom denne ikke alene ligger øverst i de højeste toppe: Forelhogn 4243' og Høggittelen 2690', men også ved Guldalen ligger øverst i åskanten over glimmerskifer på Hoffeld og Kværnlidfjeld. Denne sorte lerskifer, som man er tilbøielig til at kalde alunskifer og til at sideordne med alunskiferen (diktyonema skiferen) søndenfjelds, er sjelden mat — Soknedalen fleresteds, ovenfor Støren ved Mo, n. ved Sælbusø østre ende; oftere glindsende — Forelhogn, Rolset i Sælbu. Den indeholder kis fint fordelt eller i årer, rustet derfor eller vitriolisere ligesom den søndenfjeldske alunskifer.

Kis i alunskifer har ofte givet anledning til skjerpning, som oftest var det kun knoller og små plader, undertiden nogle større forekomster. Da vi ikke under opregningen af ertsforekomsterne får anledning til at nævne sådanne, skal her nævnes to: Rødhammeren i Lillefjeld $\frac{1}{4}$ mil v. for Langerø ved Fora, Singsås: magnetkis i glimmerskifer. Sandåhøiden, Gulas venstre dalside, Holtålen, et med magnetkis sprengt drag, vitrioliserende alunskifer.

Den højeste forvandling α : udvikling hvortil massen når i disse egne, er til at fremstille kvartsholdig glindsende skjællet grafskifer, hvilke ere orienterende lag i fjeldene n. og s. for Gula i Støren og Singsås: Svartfjeld, Mortenfjeld, Stygfjeld. Årsagen til den større forvandling ligger nær for hånden, den hvide granit. Alunskiferen er også ofte kvartsrig. Fossiler tør vel engang findes i disse sorte lerskifer.

Ø. for Forelhogna sees andre lagstillinger. Over Buhogna, Åslifjeld og Harsjøfjeld har man sammenpressede lag-

stillinger, foldninger. Glimmersandsten findes i Buhogna, den fører kornet kvarts og sorte glimmerskjæl. Man kunde også kalde den glimmerskifer. Dens plads er usikker. I Harsjø fjeld v. for Harsjøgrube findes fin grå glimmerskifer med staurolitknoller. Mellem graniten ved Eidets hytte og et stort diorit-felt (efter K. Hauan) ved Øiungen er lagene i høi grad krystallinske. Glimmerskifer hersker, og deri findes disten, staurolit. Disse mineraler vidne særdeles om den høieste grad af krystallinsk udvikling som bergartens masse har nået i nærheden af eruptiverne (Se nedenfor Sælbus kværnsten). Kjølens formure, Mælshogna-Hyllingen gjør sin n-s løbende linie gjældende i alle disse lag ø. for Forelhogna.

Kalkstene

I ethvert videre gående forsøg på at ordne Trondhjemsfeltets dele får vi nødvendigvis ty til kalkstenene, hvilke i fortrinlig grad egne sig til orientering. Idet vi følge store henstrygende kalkdrag, kan der ikke så let blive spørgsmål om at miste fjeldbygningens tråd, thi kalkdraget er tråden.

Alle dele af Trondhjemsfeltet indeholde kalkstene. Fossiler er hidtil ikke fremfundne uden ved Kalstad, Sletåsen, Nyhus. Disse tyde på vore søndenfeldske etager (se Unvprgm. 1865, Veiviser i Kristiania omegn, også nyt mag. f. naturv. bd. 9 s. 284 o. fl.) i et mellemrum fra etagen 6 til etagen 4. Det er sandsynligt at flere af de trondhjemske kalkstene føre fossiler, men måske dog ikke alle. I alle tilfælde tilhøre disse mange kalkstene ingenlunde samme nivå. Et eksempel har vi i Snåsen.

Snåsens mægtige marmor sees ved vestenden af Snåsen vand og i Snåsens dal. Den er (efter K. Hauan) omkring 800' mægtig. Den ligger over Kinneråsens og Olsknutens kalkdrag ved nordsiden og over Stods, Fossumvands og

Stenkjærs (mellem Homnæs og Egge) i linie med sydsiden af Snåsen vand.

Selv er hint mægtige kalkdrag fortsat i retningen v. ved Dælen vand, ved Langvand. Men længer kan ikke fortiden ved leiningen alene adskilles mellem de forskjellige kalkstene. Enten den øvre eller den nedre kalksten er fortsat i de mellem Vestranden indgående flige, helt ud til Ørlandets konglomerat ved kalksten nær Gjølga vand.

Alle disse kalkstene stryge som Vestranden yderst, men som Snåsen vand inderst.

Videre sees marmor ved Borgenfjorden, på Levangers halvø, i ryggen v. foran Jonsvand, samt ved Holmberget på Frosten. På sidste sted kommer kalklaget i ganske nær berøring med konglomerat, hvilket ligger over.

Alle disse kalkstene synes at tilhøre de ældre Trondhjems skifere og at have plads (ialfald sikkert det lavere drag ved Snåsen vand) under konglomerat og sandsten og lersten. Såfremt konglomeraterne kunde følges længer end til Stenkjær, skulde dette være øiensynligt, men herfra forsvinde disse; lerstene træde istedet. Alle disse kalkstene optræde hyppigst som marmor. Ved Stenkjær og Stod hviler den lavere kalksten på grundfjeldet, og konglomeratet optræder endnu ved Stenkjær i steile lag, som kan være overliggende. Konglomeraterne indeholde derhos mængstedes som nævnt talrige stykker af marmor, hvilket taler for sammes plads under hine.

Der kunde være grund til at tro, at også flere af de i Vestranden optrædende marmordrag tilhøre flige af Trondhjems skiferne, således på veien fra Beitstaden til Namsos og yderst ude på Almindingsø, ved Kvitla, på Frøiøn, på Hitteren i Dolmsund, fremdeles i Trondhjemsleden på Gjerdeø. Dog kan herom tvistes, (se ovenfor s. 9—10).

Lader os dernæst følge kalkstenene i Gulas skiferfelt. Disse komme intetsteds i direkte berøring med de nævnte siluriske. Men de tjene desuagtet som en tråd i fjeldbygningen, der uden dem ikke skulde kunne erkjendes i sammenhæng. (Nyt mag. bd. 9, s. 259).

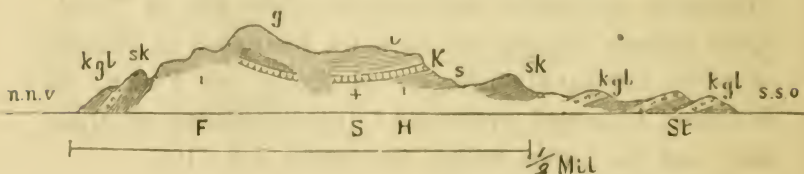
Her har vi kalksten ved Gulstad og Mok, tildels blågrå og tæt og lig Grønningvands, tildels også hvid og krystallinsk, ikke uden mulighed for fossiler. Fremdeles ved Vuku, fortsat til Tomsdalen, ved Åsen og Stokke, 100' mg, ved foden af Stokvolas konglomerat.

Næsten i ret vinkel med disse sidste kalkstrøg stryger omkring Stokvola kalk ved Stor Grønningvand, som er blågrå og ikke uden håb for fossiler; videre tværs over Øvre Stjørdalen ved Flornæs 100' mg krystallinsk (Hauan), fortsat ø. for Klevfjeld. Men nu ophører den direkte sammenhæng og længer s. er alt usikkert.

Omkring Mælshognas linie sees kalkstene (marmor) på vestsiden i Bukhammerfjeld, på sydsiden i Kjolifjeld, på østsiden v. nær Lillefjeld grube, mægtigt marmordrag, måske også ø. for Sjekermoen i Vukudalen.

Uden nogensomhelst hidtil opdaget synlig forbindelse med disse ligge de siluriske kalkstene n. ved Jonsvand og i Ørkedalen. Kalksten i det høie Forbordsfjeld, som sees fra Trondhjem i øst, hører vel også efter sin plads øverst og sit udseende hid. Den ligger over konglomerat og over Stjørdalens tagskifer.

Snit over Skrutvolds halvø og Forbordsfjeld 2015'.



F Forbord gård 550'. *S* Skrutvold kirke. *H* Hollan. *St* Stokkan.
kgl konglomerat. *sk* grøn og grå lerskifer samt lersten. *k* kalksten
g Forbordsfjelds grønsten og saussurit-gabbro. *l* lersten. *s* sandsten og skifer.

Såsnart fossiler fremfindes fra flere punkter i disse kalkstene, vil de tjene som tråde til at afvikle fioldbygningen; men uden ialfald et punkt til kan det ikke fortiden nytte at veie mulighederne med mange ord. På det medfølgende kart er derfor Trondhjems skiferens yngre og ældre afdelinger endnu ikke skilte ud fra hverandre.

Ø. for Trondhjemsfjordens linie overskjæres de herskende strøg, idet man søger frem ret mod Kjølén. Det er klart, at en opfatning af Trondhjemsfeltet hænger af profilerne over til Jemtland. Når man betragter profilet til Jemtland således som det er fremstillet af B. M. Keilhau (Mag. for naturv. 2den række, bd. 1 og tab. 3 fig. 1) får man det samme indtryk som af samme iagttagers fremstilling af profilet mellem Mjøsen og Trondhjemsfjorden (*Gæa norvegica* s. 413 o. f), nemlig at de ældste lag skulde ligge ude ved enderne, og at de yngste lag skulde indtage de centrale dele, samt at man ved at stige op gennem profilet kommer over bestandig yngre lag, altid overliggende, indtil det hele store skiktsystem gennem vertikalstilling vender sig, således at man altså dernæst har den samme store række i nedstigende følge. Hisingers opfatning var næsten den modsatte, nemlig at de yngse lag med siluriske fossiler i Sverige findes lavest liggende og yderst ude ved enden af profilet, og at man ved at stige fra Sverige op gennem profilet kommer ind på ældre fjeld. (Anteckningar I s. 107 samt tab. 4).

Mod den første opfatning stiller sig strax to kjendsgjeringer. Siluriske fossiler ere nu fremfundne yderst ude ved profilets ender både i Sverige og i Norge, og i det centrale parti oprager længer syd Kjølens ældre kvartsfjeld. Dernæst bliver mægtigheden — dette kriterium for alle formationer — af den tilsyneladende overleiede række så uhyre stor, at rækken selv må være en skuffelse, eller med andre ord:

foldninger må her være tilstede. [Selve grundfjeldets mægtighed kan man let overvurdere. Se herom Unvprgm. 1870. 1. Om mægtigheden af grundfjeldet]. Disse kan man også påvise, navnlig langs konglomerat- og sandsten-rækken, ligeledes langs den omvandlede glimmerskifer-zone i centralpartiet. Her møde vertikale og snoede lag, og det er let i et sådant landskab at forvexle over og under. Det er altså tryggere at holde os noget nærmere ved Hisingers opfatning. Vi ville imidlertid ikke nøies med Jemtlandsprofilet alene men opsøge

Fire snit gennem Trondhjemsfeltet (se tegningerne).

1. *Meraker-profilet*. Dette er det sydligste snit, som vi har liggende for os, idet vi vandre op gennem øvre Stjørdalens snævring. 1) Yderst ude i vest har vi her konglomerat- og sandsten-rækken, 2) i midtpartiet møder en glimmerskifer-zone, som kan følges hid (som en stærk forvandlet del af Gula skiferne) langs Mælshognas linies vestside lige fra det nysnævnte Harsjøfjeld. 3) Inderst i øst ved grænsen har vi Merakerbygdens skifere og lerstene ligetil grænsen. Snittet går over Skårdalsporten og røs no. 161. Kjølen er i dette strøg lidet fremtrædende netop på grænsen, men såvel n. som s. høiner sig Kjølen ret påtageligt (Kjølihougene og Gluggen).

Gruppen 1) læres bedst at kjende i Stjørdalen, omkring Forbordfjeldet o. s. v. Den fremtræder med stærkt foldede lag. Grænsen mellem 1) og 2) kunde endnu efterlade nogen tvivl, sålænge ikke væggene ere fulgte også fleresteds end skeet i høiden. Lerskifer og kalksten ved Floren synes vistnok overliggende; dog må det betænkes, at steile lagstillinger herske og at det gjensidige forhold således bliver vanskeligt at bedømme. I gruppen 3) optræder igjen kgl. i Kjølihougene, hvilket synes at hense på en del af denne gruppe

til sideordnet stilling med konglomerat- og sandsten-rækken, medens derimod de grønne skifere og lerstene (Merakers-skifere) læne sig overliggende til Kjølens kvartsfjeld i Gluggen. Dette er uden for al tvivl, da også i dalens fortsættelse fra Skårdalsvandet gennem Tevldalen kvartsfjeldet fremtræder i bunden af dalen (cfr. J. Hørbye: Et strøg af rigsgrændsen. Nyt mag bd. 11 s. 93), medens de grønne skifere og lerstene oppe på fjeldmarken ved Skårdalsporten ligge skjønt bølgeformigt og svævende.

Der hvor 1) møder 2) etsteds øst for øvre Stjørdalens kirke i snævringen sees stærkt sammenpressede lag af lersten og skifer således som tegningen viser

Foldninger nær Einang

nær Midtkil.



*Ved indgangen til Meraker-snævringen gennem øvre Stjørdalen,
i sandsten, lersten, lersandsten* *i grønne skifer.*

Længer ind i snævringen (veien for den projecterede jernbane), hvorigjennem dalbunden løfter sig langsomt til Merakers terrasser 400' (se Unvprgm. 1870. 1. Om skuringsmærker, glacialformationen og terrasserne) forsvinder de tydelige spor af foldninger og knæk, og der er kun uvisse antydninger tilbage. Her møder nemlig den krystallinske zone, som i udseende står meget nær grundfjeldet. Årsagen til den høiligt krystallinske udvikling i zonens bredde fremtræder her — som i alle 4 snit — særdeles påtageligt. Flere lyse granitgange med lys glimmer, turmalin, granat, måske beryl optræde her, også hele masser. Det kunde formodes, at denne brede glimmerskifer-zones tilsyneladende lag er et

V
ls lersten og lerandsten.

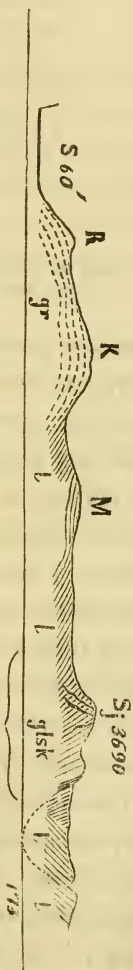
1. Profil fra Forbordsfjeld gjennem Meraker til Skudalsporten, grændseres 161.



F Forbordfjeld 2000'. *H* i egne kirke 130'. *ve*re Størrelsen. *h* dalsueringen ved Eimung. *Fl* Floren. *M* Meadal 110'. *H* Hagen.
M Mender kirke 280'. *Mh* Mender hytte 380'. *S* Skrådsporten. ved Skråds vund 2200'. røst 161. *G* Store Glugen 3320'.
K Kjøllongene 4070' o. for Førø. *S* Skalslugesjö. *K* Kalk og skifer, som ligger over kyl konglomerat og s. sandsten.
s skifer og gln lermandsten ved Eimung. *l* lerskifer. *g* glimmer-skifer og gneis med gr gravgangen. *gsk* grøn skifer i Mender.
h lermandsten og lersten. *kr* Kjølens kvartsfjeld

Fire snit gjennem Trondhjems feltet.

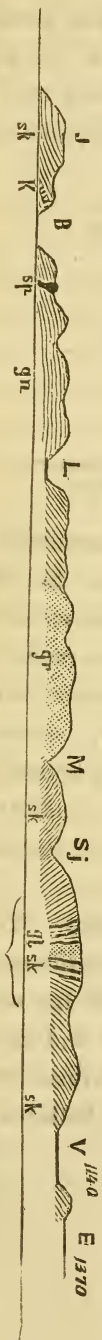
4. Optrukket linie fra Sndsen vand til grensersvæ 173 (Hauken).



S Sndsen vand 60'. R Rasmusfjeld. K Klavfjeld. M Middagsfjeld. Sj Støkenhatten 3690'. 173 røset.
gr gneis strøbet, protogingranit. l glindende lerskifer, tildelels alvnskejer. gsk glimmerkifer med hvid granit i gange.

3. Profil fra Inderøen gjennem Vuku

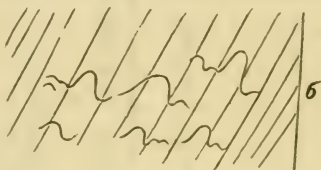
til grensersvæene 169, 170 ved Essingen.



J Inderøen. B Borgenfjord. L Lendalsvand. M Malså. Sj Støkeret. V Verwand 1140'. E Essingen sjø 1370'.
sk grøn skifer. K Kalksten. sp serpentin. gn grundfjeldet. gr Malså granit. sk grøn skifer, lerskifer. gsk glimmerkifer med hvid
granit i gange og masse. Mk Mok.

strukturforhold mere end virkelige lag. Men at påvise et sådant forhold falder vanskeligt. Et stykke ø. for Renå sees krusninger (spor af lagningen?) løbende tværs mod skifrigheden. Disse krusninger ere betingede ved lysere kvartsrige lag $\frac{1}{4}$ tomme tykke.

Nær Renå, Meraker snævringen.



*Spor af foldning — $\frac{1}{4}$ " tykke farve nuancer
tværs mod skifrigheden, glimmerskifer.*

2. *Jemtlands profilet* søge vi længer nordligt på chausseen fra Levanger forbi Værdalsøren, over Sul til Mælen. Også her sees på det vistnok kortere stykke spor af de samme grupper, idet dog konglomerat- og sandsten-randen mangler. Yderst i v. foldede lag. Derefter Suls skifere, hvilke er en fortsættelse af skiferne i øvre Stjørdalen, i steile lag eller strukturstillinger, indesluttende en stærkt krystallinsk zone med glimmerskifer og hornblendeskifer. Inderst derimod skrånende og tildels bølgende lag af de hid fortsatte Merakers skifere og lersandsten.

3. *Vuku profilet* ligger strax nordenfor. Yderst sees Trondhemsskiferne på Inderøen med marmordraget ved Borgenfjord. Derunder grundfjeldet med flade lag og gjennebrud af serpentinit, længer mod øst granit. Inderst sees atter Trondhemsskiferen indesluttende den krystallinske zone. I linie med skiferne ved Malså hviler Moks kalksten over graniten længer n. (cfr. kalkstenene s. 34).

Disse 3 profiler ere forstørstedelen naturlige snit i fjeldlegemet. Hertil føie vi

4. *Optrukket profil over Sjækerhatten* (K. Hauan). Yderst ude ligger gammel sribet granit ledsaget af gneis. Derover kommer Trondhemsskiferen, indesluttende den krystallinske zone, som også her er kjendelig tilligemed årsagen de talrige granitgange.

Disse profiler synes at lære os, at Trondhjemsfeltet kan deles i en ældre og en yngre afdeling. Den ældre afdeling indeholder som en indteining sidestykke til konglomerat og sandsten-rækken, hvilken selvstændigt betegnet først optræder længer i vest. Den yngre afdeling indeslutter — såvidt vi fortiden kan se — den krystallinske zone som en del, og Trondhjemsfeltet hviler over Kjølens kvartsfjeld. For de siluriske lag levnes os fortiden — sålænge ikke flere fossiler ere fremfundne — neppe anden udvei end at antage, at de ere afleiede i randen mod vest, efterat en del af de mellem-liggende lagsystemer var udgravet og bortskaffet.

Merakers lersten, Røros skifer og Sælbu kværnsten.

I de 4 snit sees beliggenheden af visse tileels kun topografisk benævnte grupper: længst ø. Merakers skifere og s. for disse findes Røros skiferne udbredte; i midten Sælbu kværnstens drag eller den grå glimmerskifers zone, på begge sider af hvilken de sædvanlige skifere og lerstene, hvorimellem også Gulas skifere, Suls skifere; længet i vest konglomerat- og sandsten-rækken samt de ældste Trondhjems skifere. Forsåvidt nu alt dette skulde ligge under de siluriske kalkstene (etage 6—4 cfr s. 16), fortjener det samlede felt indtil videre et midlertidigt navn, og som et sådant samlende navn er Trondhjems skiferfelt eller Trondhjems feltet indført. De nævnte lokalnavne har lidt efter lidt ved forskellige iagttagere fået bor-

gerret og det vistnok ganske naturligt, thi under ethvert af disse navne er dels virkelig en bestemt plads, dels visse særegne bergarter, dels kun vises eiendommeligheder ment.

„Meraker-skifer“ er skildret af J. Hørbye, *Nyt mag. f. naturv.* bd. 11 s. 96. Hørbye omtaler for første gang de grønne lerskifere og lerstene, som tidligere urigtigt holdtes for serpentinskifer. De indeholde ifølge analyser af H. Christie og Collett 76—77 kiselsyre foruden lerjord, jernoxydul, kun indtil 2 talkjord. Alkalier synes ikke at være bestemt. Dette er et masse indhold, som kommer lersandstenens meget nær s. 24). Disse lerstene er et af Merakerfeltets vigtigste led. Hørbye påpeger som sandsynligt, at de nå fra Stenfjeld nordover helt til Portfjeld og sydover helt til Kjøliskarvene i Tydalen (bd 11 s. 101).

De steile faldretninger i denne skifer skyldes vistnok for en del sammenpressede lag, cfr. J. Hørbye bd. 11 s. 98, men også en skifrihed, der går mod dybet uafhængig af en svævende lagning (ibidem).

Imellem Merakers og Tydals grønne lerstene optræder en bergart, der har grøn silkeglindsende lerstens skifer-grundmasse og iliggende brune tykke små glimmerkrystaller eller skjæl. Den er kaldt porfyragtig lerglimmerskifer af flere. Vi kunde erindre den som Tydals glimmer-lersten. Den kjendes fra Fossan i Tydalen, ved bro over Nea, $\frac{1}{4}$ mil ø. for Østby, ved Gilså hytte, ved Skarsvandets s. v. ende (Værdalen ved rigsgrænsen), også fra Bratset i Opdal. Den er også kaldet dobbeltskifrig, da de brune glimmerskjæl ikke ligge i skifrihedens retning, og der således bliver en dobbelt struktur.

Denne Tydals glimmer-lersten er tilligemed Merakers almindelige lerstene, begge sædvanligt grønne, måske de mest eiendommelige bergarter i Merakers skiferne. Meraker-skifer bliver således fortrinsvis et petrografisk navn, betegnende

disse lerstene, der ere eiendommelige og findes i orienterende drag.

„Røros skifer“ nævntes længst skiferne omkring Røros. Disse udmærke sig ikke særdeles ved eiendommelige orienterende indleininger. De danne i det hele et glimmerskiferfelt. Skiferne ved Storsvarts og Kongens gruber samt fra Hånæsåsen er skildret af direktør H. Hansten (Nyt mag. bd. 10, s. 264).

Bergarterne er især: forskjellige glindsende fine glimmerskifere, skikkede til helder og tykke tagskifer (Hånæsåsen), grøn kloritholdig skifer med granatkrystaller (Storsvarts grube), men fremfor alt hornblende-glimmer-skifer, der kunde fortjene det egne navn: Røros skifer. Når disse optræde i mest udmærket krystallinsk udvikling, sees lange ravnsorte hornblende-krystaller samt brune glimmerskjæl i en masse, der synes at bestå af fin hvid glimmer(?) eller sølvgrå glindsende skifer. På grund af den finskjællede grundmasses blødhed er man tilbøielig til at tage skjællene for talk. Analyse haves ikke, og vil være et besværligt arbeide, da det bliver vanskeligt at få rent materiale. Samme slags hornblende-glimmer-skifer sees ved Holbø (Våge), i Drivdalen ved Kongsvold, i Sælbu ved præstegården, på toppen af Storskarven o. fl. st. Ligeledes findes en grøn hornblendelersten 3: lerstensgrundmasse med hornblendekrystaller samt hornblende-kvartsskifer udviklet på samme vis.

Dette er nogle af de få eiendommelige bergarter for Rørosfeltet, som vistnok også indeholder mange andre skifere. Under navn af Rørosskifer kan vi altså erindre disse hornblende-lerstene samt hornblende-glimmer-skifer. Det er klart, at også dette navn kun gjælder petrografisk.

Sælbu kværnsten optræder i glimmerskifer zonens fortsættelse syd for de før meddelte 4 snit. Skulde man dømme

af bergartens karakter, da vilde man være mest tilbøielig til at regne hele denne brede og lange zone til grundfjeldet. Men efter pladsen imellem omgivelserne, således som denne fremgår af de 4 snit, må den fortiden holdes for en forvandet del af Gulas skifere. Længer syd i den egentlige Sælbu kværnsten-zone 3: mellem Skarven og Bukhammeren, følgende Mælshogna-kjædens vestside, er der end mere grund til tvivl om pladsen, men da vi ikke har profiler at meddele, skal disse tvivl her ikke diskuteres.

Bergmester H. C. Strøm skildrer kværnstenen (Budstikken 1820, 59-65) således: „Sælbu kværnsten består af glimmer-skifer, hvori kvarts er i ringe mængde fremtrædende. Glimmer og kvarts vexle i tynde striber på brudfladen; den er bølgeformig ved glimmerens leining om de indvoxede granater. Granaterne må helst sidde $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ tomme fra hverandre og være $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{6}$ tomme i diameter. De kaldes Tyter“ o. s. v. Kvittyter kaldes glimmerknuder uden granat, altså i uduelig sten. Den for kværnsten tjenlige grundmasse grøt“ må være tilstrækkelig blød og seig, og holde fast på tyterne. Den består af brun glimmer, hvid kvarts og måske et lerskiferemne. Glimmerskiferen fører foruden granat fleresteds staurolit, undtagelsesvis disten. Staurolit er seet i Skarven, Varglifjeld og i Bukhammeren; i Bukhammerens n.o side findes den sammen med disten (Hauan).

Når vi følge glimmerskifer zonen gennem de 4 snit, se vi mest steile lag eller strukturer indenfor glimmerskiferen, ud til begge sider derimod i konglomerat, grøn sandsten og grøn lersten se vi foldninger. Forskjellen er påfaldende. De overordentlige knæk og bøjninger, som disse sidstnævnte lag vise, så vi antydede alt i Guldalen (s. 28) i Høgsten og Lillesten, fremdeles sees de tydelige nok langs Stjørdalshal-sens søndre indfatning — alt konglomerat, og videre ved ind-

gangen til Meraker-snævringen, ved Einang og omgivelser (s. 37) — sandsten og lersten. J. Hørbye har omtalt sammenpressede lag fra Koldkjerndal — lersten, bd. 11 s. 98.

Man må da spørge, hvorfor viser denne gruppe af konglomerat, sandsten og lersten-lag disse foldninger så kolossale, så påfaldende, medens vi i glimmerskifer-zonen savne sluttede buer?

I Kristiania- og Mjøs-egnen, som altid vil være typisk for studiet af foldning, sees, at dette forhold er stort og af vidt gående geotektonisk betydning. Foldningen er fremkommet ved sidetryk, som pressede lagene sammen på mindre rum end de før indtog. De påfaldende foldninger i konglomerat, sandsten, lersten kan kun betyde, enten at trykket i disse bergarter langs visse linier, hvor de stødte mod andre forholdsvis fastere masser, ytrede sig på særlig måde, eller at bøjningerne her just i disse bergarter ere bedst opbevarede. Hvis glimmerskifer-zonen kunde vises at være enten et ældre fjeldsystem, mod hvilket hine lag pressedes op, eller et yngre med flade lag overliggende fjeldsystem, som ved sit påhvilende tryk måtte have fremkaldte hine virkninger langs sine grændser: da skulde vi vælge den første forklaring. Men ingen af delene kan ligetil siges at være tilfældet med glimmerskifer-zonen. Vi får altså ty til den anden forklaring: at folderne ere bedst opbevarede i sandsten- og lersten-lagene. Og dermed følger, at de samme folder må være blevne udslettede i glimmerskifer-zonen. Indenfor denne sidste træder nemlig skifrihed til, og skifriheden er et af lagningen tildels uafhængigt*) forhold (cfr. s. 21). Der kan

*) I lerskiferen på Filefjeld omkring Brustølen og Maristuen kan dette forhold erkjendes. Ligeledes ved Brunlaug bro (Fåberg), også ved chauseen $\frac{1}{4}$ mil s. for Holmen (Øier). På alle disse steder, hvor lerskifer vexle med kvartslag sees at lerskiferens skivning eller skifrihed står meget steilere end selve disse 2 differente afleiningers grændseflade, hvilken udgjør lagningens retning.

ikke være tvivl om, at Meraker-snævringens lange række af steilt stående lag udgjøre ikke en helt omstyrtet række af viftestilling eller som et sammenklemmt V, men en foldet række (af stilling som liggende $\infty \infty$). Søge vi efter en bestemt årsag, som skulde have udslettet folderne, da blive vi stående foran den hvide granit (s. 38, 39). I mangfoldige ganggrene se vi graniten indskudt mellem de steilt stående skifer, og skiferne selv optræde i den høieste krystallinske udvikling, hvortil massen var skikket, nemlig som grå glimmerskifer med granat, staurolit, disten, tildels endog som glimmergneis. Vi kunde antage at det oprindelige materiale var lerskifere og glimmersandstene som i Gulas skiferfelt, og at dette i glimmerskifer zonen har nået sin høieste krystallinske udvikling. Dette kan nemlig tænkes at ske uden at nogen bestanddel i mængde kommer til eller fjernes ud af massen. En glindsende lerskifer fra Harsjø ved Røros har i sin masse næsten det samme indhold som, en karakteristisk urglimmerskifer (se analytiske arbejder, (Nyt mag. bd. 8 s. 194).

Grundfjeld inderst ved Trondhjemsfjorden.

Et stort opragende parti af grundfjeld i flade eller svævende lag, omgivet på 3 sider af Trondhjems feltets skifere og lerskene og navnlig nærmest dækket af et mægtigt marmordrag, viser sig fra Vuku og Værdalen langs Borgenfjordens østside, forbi Stenkjær med den der s. for byen opkneisende Oftenåsen, videre i Ougnadalen samt holdende sig s. ved Snåsen vand. Det består især af fin hornblendeskifer og kvartsskifer.

Ved den fjerde side i øst er dette grundfjelds parti afbrudt ved gammel granit; men over denne kommer også her kalkstene. Vi har benyttet dette stykke grundfjeld som orienterende, idet den over graniten hvilende kalksten (Mok og Gulstad) er afleiet efter graniten.

Eruptivernes linier

a) i *Vestranden* er alt omtalt. Her sees gammel granit, stribet granit, som før beskrevet i mange langs efter løbende drag i Vestranden med høider på omkring 2000'. Den kan adskilles fra Kjølens granit såvelsom fra Trondhjemsfeltets hvide granit, hyppigst som en rød ortoklasgranit, dog findes også grå granit (Hitteren, Frøien, Ørlandet) samt sjeldnere hornblendegranit (Hitteren, Smølen, Hevne, Kokstenen, i Fosnæs, i Namdalen). Konglomerat og sandstenrækken hviler fleresteds på denne granit og indeholder også rullede brudstykker af den. Graniten er altså ældre.

Syenit samt diorit — K. Hauan nævner derimellem også gabbro på Smølen — i hidtil ikke synderligt nærmere undersøgte afændringer viser sig også nogenlunde i samme retning langsgående med Vestranden v. og s. på Smølen, s.o. på Hitteren, hvor en del af disse masser i alle tilfælde har brudt gennem konglomerat- og sandstenrækken. Denne syenit og diorit er altså yngre. Disse bergarter danne nogle udhævede punkter på de forøvrigt lave øer Hitteren: Elsfjeld 1010', Smølen: Måbergstuen.

Syeniten er sort og hvid, af jævnt korn, måske oligoklas, hornblende, sort glimmer, med 56 og 61 pct. kiselsyre (2 forskellige prøver fra Smølen, Hauan).

b) *indenfor Trondhjemsfjorden*. Når man vandrer gennem Trondhjemsfeltet gjentagende gange i retning v—ø, møder (stærkt foldede lag med) lodrette lagsteilinger, påfaldende foldninger osv. på to strøg eller linier og videre sees til begge sider udadfaldende lag i en tredie linie. På vandringerne fra v. mod ø. møder disse efterhånden således

I. *Opdal-Stören*. Her ligger eruptiverne Opdals granit (hos C. F. Naumann Stuens granit Beiträge z. Kenntn. Norvegens II) Iglfjelds 3880', Gynildfjelds grønsten (K. Hauan),

Vasfjeldets 2268' gabbro, Strandbygd fjelds og Klevfjelds 1842' (K. Hauan) hvilke sidste tilsammen med andre flere, i det følgende opregnede felt danne grønstens-kjædernes linier.

II. *Harsjöfjeld-Sælbu-Meraker*. Her ligger eruptiverne a) Øiungens diorit (K. Hauan), Eidets granit, videre Hyllingens, Mælshognas, Fongens gabbro (J. Hørbye) samt Volakleps gabbro, Fonfjelds grønsten, Hermansnasens gabbro (K. Hauan) tilsammen Mælshognas linie, fremdeles b) Meraker snævringens, Stor Havrens, Carl Johans veiens, Vukudalens granitgange, Hylfjelds og Harbakfjelds grønsten (K. Hauan), Sjøkerhattens granitgange. Alt dette er Kjølens formure.

III. *Kjølens linie* fra Vigelen til Gluggen. Her ligger eruptiverne Vigelens granit, Skarsfjeldenes granit (J. Hørbye).

Vigelens granit er skjønt kornt, kjødrød ortoklas overveiende, mat grøn oligoklas, grå kvarts, sort glimmer derhos måske klorit? undertiden med brun titanit. Skarsfjeldenes granit ligner den fuldkomment, ortoklasen er ofte blegere i denne.

Det kan ikke skjules, at de påfaldende lagstillinger langs disse 3 strøg eller linier ordne sig efter eruptiverne i de samme strøg eller med andre ord: eruptiverne må på en eller anden måde være knyttede til disse kraftytringer, som har brudt, presset og foldet lagene.

Alle tre strøg nå milevidt i retning sv.—no. eller ssv.—nno., I og III strækker sig 8—10 norske mile, men II længer indtil 15 mile kjendt. I denne geografiske oversigt over eruptiverne kan ikke alle indflettes ordnede efter just disse 3 hovedstrøg, således blandt andre ikke Meldalens eller Ørkedalens grønstenfelt, som blev påvist 1864 ved samme leilighed som fossilerne, og senere eftergået af K. Hauan 1865. I er fortrinsvis grønsten og gabbro i en ydre linie, II a er

gabbro, II b hvid granit, III rød granit, uagtet vistnok disse eruptiver ikke hver enkelt holde sig udelukkende just på disse enkelte linier.

Grønsten og gabbro i den ydre linie.

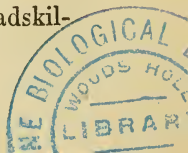
Ørkedalen fremviser et stort felt, hvor foruden grønsten og gabbro (eufotid) også en oligoklasporfyr optræder. Eufotid er fundet ved Langset og Skjølberg. I Rennebu er Igl-fjeld 3880' og Gynildfjeld grønsten-feltets udhævede toppe. Videre hersker grønsten, saussurit-gabbro og gabbro på Vasfjeldet, fra hvis top 2267' J. Esmark gjenkjendte sin norit 1827.

Vasfjeldet danner tilligemed sin fortsættelse mod sv. på begge sider af Gula en udhævet ryg eller kjæde. Fremdeles grønsten i randen af Forbordfjelds ryg (cfr. tegningen s. 34) og saussurit-gabbro i fortsættelsen ved Svedi-elven. Kjerklidfjelds og Strandbygd-fjelds grønsten er en liden kjæde, Klev-fjelds et ensligt fjeld 1842' i dens fortsættelse; endelig Øidingfjelds diorit (K. Hauan) ø. for Snåsen.

Grønstenen er analyseret af K. Hauan fra 2 steder. Grønsten fra Gynildfjeld efter fradrag af

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	CaO	MgO	KaO	NaO
tab ved glødning	2.67	48.27	15.22	13.90	9.48	8.93	0.80
Grønsten mellem Løkkens grube og Fagerlid efter fradrag af tab ved glødning	1.32						
iblandet svovlkis			0.69				
og magnetjern	3.92	48.22	13.00	15.17	9.33	7.56	1.89
							4.83

Dels er den tilsyneladende tæt for øiet, opløses først i flere bestanddele for mikroskopet, dels sjældnere er den tydelig kornig, grøn og hvid med hornblende? og feldspat, også med magnetjern, som kan udtrækkes af pulveret. Det er ikke let for første øiekast at adskille denne grønsten fra grønsandsten, lersten o. s. v. Analysen gjør udslaget, men iagttageren har også et mere praktisk middel. Tyngden adskil-



ler disse bergarter endog i håndstykker. Grønstenens egenvægt er 2.9—3, den grønne lersandstens derimod 2.7.

Endnu vanskeligere er det at adskille en tæt, seig, lysgrøn, ofte ligesom i strukturen knudret afændring fra de nævnte strater. Den er indført under vore undersøgelser som Trøndersten, findes på Storheia, Lilleheia, Lillefjeld (alle omkring Gråkallen, Byåsen), på Strandbygdfjeld med 47 pct. kiseltsyre efter Hauan, samt Klevfjeld 1842' mellem Sælbu sø og Stjørdalen, også n.v. ved Flå kirke i Vasfjeldets felt. Trønder-grønstenens egenvægt er 3.02.

Trondhjems protogin-granit blev før nævnt. Den står i Gråkallen s. 20, også ved Ilsviken, bryder op ved klæbersten-bruddet ø. for byen s. 21 ligeledes under Hovilfjeld ved Drakssøen. samt hersker ialfald i en del af Munkens felt s. 8 og på n.siden af Værafjord helt til Gjermundsheia. Protogin-graniten er uanselig af farve, grønlig, grå, rødlig. Grønlig talk eller klorit er tilstede. Feldspaten, som måske er ortoklas, giver den grå eller rødlig farve, talken den grønlig, melke farvet kvarts sees undertiden. Også titanit er seet (Stensætrene, Værafjeld, efter Hauan). Storkjern-volas granit har hvid feldspat, klorit og kvarts.

Trondhjems-feltets yngre hvide granit, oligoklas-granit Dovres (Fokstuens), Opdals, Rennebu's, Guldalens, Merakersnævringens gange og gangene overhovedet i glimmerskiferzonen, Eidets granit: er lys, ofte hvid, skilles allerede ved farven såvel fra Veststrandens ældre ortoklas-granit som fra Kjølens. Feldspaten er hvid, med tvillingstribning, sandsynligvis oligoklas. Dovres granit er finkornet, lys. I gange, som omsværme feltet, sees en tydelig hvid protogin-granit med talkblade.

Opdals granit er hvid eller grå, med hvid feldspat, grå

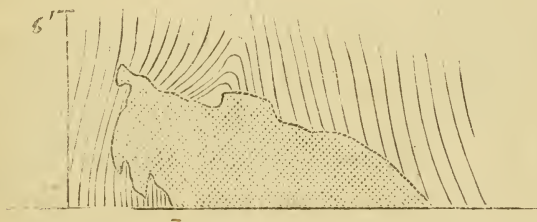
kvarts, sort glimmer, af middels og jævnt korn. I gangdrummer sees hvid granit med turmalin.

Rennebu's granit er den samme lyse granit, undertiden protogin-artet.

Navadalens gange, der stå i forbindelse med Opdals granitfelts fortsættelse mod ø, er den samme hvide granit, ofte porfyragtig og „eurit“-lignende σ : med lys grundmasse og enkelte iliggende hvide oligoklas-krystaller. Også Soknadalens hyppige mellem skiferen opstigende eller indkilede gange har været nævnt eurit. De kunde også kaldes felsitporfyr.

Folstad granitklump og gangene i Guldalen er samme lyse granit, eller når den sorte glimmer er tilstede i større mængde, grå.

Ved chausseen Moen, Guldalen.



Protogin-granit sætter op i lerskifer.

I Meraker-snævringen (profil 1, s. 38) optræder den samme granit som nævnt med turmalin, beryl(?), granat. I Mæls-hogna's felt opsætte lyse gange i gabbro'en, de bestå af glimmer-granit med gul titanit, turmalin, granat. Denne granit bliver undertiden ganske tæt eller „euritisk“ (J. Hørbye).

Gjenem alle 4 snit, også på fjeldmarken imellem dem, lige indtil op i Sjøkerhatten i n. og ned til Forelhogna i s. sees de samme lyse granitgange s. 38—39.

Guldalens granitfelt (i Singsås) indover fjeldvidderne på begge sider tilligemed Hilmotøstens granit er den samme hvide eller grå granit. Også hornblende-granit er fundet i Opdal ved Ørkla samt ved Singsås. Og i en gang af hornblende-granit mellem Hilmo og Aune fandt H. C. Strøm zirkon. Videre hersker hornblende-granit i Tydalen ved Græslid og ved Nea-elv.

*Saussurit-gabbro, grönstene og grovkornet gabbro
Mælshognas linie.*

Öiungens felt n.o. ved Öiungen og s.v. ved Elsøen, er påvist af Hauan, som skildrer bergarten som småkornet. Spor af brudstykker (grøn sandsten) findes. Om bergartens navn bliver man uvis, måske kan den nærmest sammenlignes med de mange afændringer af saussurit-gabbro, som findes i den før såkaldte grønstenkjæde Bergens halvø, Hiortdahl & Ir-gens Unv. Prgrm. 1862, 2 s. 22). I Kleppen ved v. Finså står denne bergart, egenvægt 2.92.

Mange små pletter omkring i Røros ertsfelt bestå af en hidtil lidet undersøgt grønsten, finkornet, grøn, med 50.11 pct kiselsyre fra Maren sæter, og 48.53 fra Tronkalven længer syd (Hauan). Tronkalvens grønsten, tidligere måske nævnt som „hårdart“, hvilken bergart også synes at være simpelt-hen visse kvarts-holdige strater, har egenvægt 3.09. Øifjeld, mellem Sylene og Mælshognas kjæde, er en sortegrøn, finkornet hornblendesten i masse. Den udsender gange (Hauan).

Fontjeld samt Mandfjeld, der hæve sig snelagte s. for Meraker hytte, er grønsten, småkornet, hornblende, feldspat, kvarts og brune glimmerblade, findes også tæt (K. Hauan).

Hylfjeld eller Gråvola, n. for Sul, synes at være saussurit-gabbro, egenvægt 3.0. Den samme bergart som Hylfjelds står i Speldalsvola (Hauan). Også i Sjøkerhatten findes på

fjeldryggen et smalt drag af en lignende bergart, hvori 49.8 kiselsyre (Hauan).

På vestsiden af Mælshognas kjæde udbreder sig et dioritfelt; i et håndstykke fra Liavold, Sælbu fandt K. Hauan 50.5 pct. kiselsyre.

Flere af grønstenene eller dioriterne på denne strækning synes at være saussurit-gabbro.

Gabbroen i *Mælshognas kjæde* er skildret af J. Hørbye, (Nyt mag. f naturv. 11. s. 220). Dette er det største gabbrofelt af alle her foreliggende. Det er også nævnt Tydalens gabbro-felt. Holdsjøskarvene, Hyllingen 3885', Mælshogna 3270', Ruten, Fongen 4580' er de opragende toppe, som nå op i den sneflækkede region. Dette er en kjendelig kjæde, en af Kjølens formure. Gabbroen holder indsprenget titanjern (Hørbye).

Hermansnasen s. for Sul er skjøn kornet, på sydsiden storkornet gabbro (Hauan). J. Esmark erkjendte allerede 1827 af et nedbragt håndstykke sin noritformation her. Ganske lignende blokke findes erratiske på Rindleret, de sees ved chausseen mellem Værdalsøren og Levanger. J. Hørbye fandt på Hyllingen, skjønstorkornet gabbro: violet labrador, grøn diallag.

Serpentin.

De største felt af serpentin i Norge optræde ved Røros. V. for Harsjø ligger Gråberget, Skåkåsfjeld, Skåkåskletterne, Gråhøgda, Rødhammerfjeld, ø. for Harsjø derimod Langfjeld og Feragsfjeldene. Serpentin blev her påvist af J. Esmark.

Længer v. ligger Kletten (Våttekletten) ved Os, videre Fåstenen, bekjendt som det første findested for kromjernsten i Norge (J. Esmarks reise s. 17), fremdeles Tronfjeld, Kjernsfjeld og Dølekjerns serpentin, Rødkletten, Kolletholen, alle

i sparagmitfjeldet, videre serpentin ved Røsten, top af Mugeruen længer øst, endelig røs no. 175 ø. for Sjækerhatten.

Fremdeles ved Rødhammergrube s.v. for Hyllingen (Il. Hansten), lidet felt ved Lauvøien (J. Hørbye) og et serpentin drag mellem Tuf og Hamre, derfra over Koberg, Bruset, Barkaldsberget og Smalen, på østre side af Borgenfjord.

Der kan ikke være tvivl om, at denne variable bergart er oprindelig eruptiv. Beviset herfor ligger tydeligt i dens optræden uafhængig af alle særegne omgivne strater. Serpentina i Norge er på ingen måde knyttet til noget enkelt led i denne eller hin afdeling. Man var engang tilbøielig til at forbinde den med kloritskifer, vegsten o. s. v. ved „overgange“. De hyppige angivelser af visse grønne skifer som „serpentinskifer“ stå i forbindelse med en sådan anskuelse. Men Merakers såkaldte serpentinskifer viste sig ikke at have noget fælleds med serpentin. Hin anskuelse er urigtig. Ovenfor blev opregnet serpentin i grundfjeldets hornblendeskifer (Borgenfjorden), i sparagmitfjeldets kvartslag (Kjernsøfjeld o. a. st.). Hertil kan lægges, at serpentin i Høggjøimen og Dørkampen (Otta, Lom) sætter op i grå gneis. Gabbro og olivinsten synes at være de bergarter, hvortil serpentina skulde være knyttet, såfremt den ikke er oprindelig.

Serpentina er her overalt sortagtig grøn, med splint-
rigt brud, forvitrer brungul udenpå. Kun serpentin og olivinsten-kupper har dette eiendommelige udseende. Kromjern findes indstrøet mængsteds i punkter, undertiden i årer og klumper, på hvilke der da gjerne er skjerpet.

Serpentina har skarpe grændser som alle eruptiver i Norge; men grændserne er ikke altid at se, da bergarten ofte optræder på høifjeldsmarken, og omgivet af urd, som fremkommer ved kulden, der sprænger i de mange fede skjøler, hvoraf bergarten er gjennemsat. Ved Gråberget, ret

op for Mølmandsdal (Røros) sees skarp grændse mellem serpentinen og skiferne. Dolomit kommer imellem i grændselinien. I Dolomiten sees små oktaedre af kromjern, selv indeholder den kvartssand og er en med kiselsyre og dolomit blandet magnesit. Magnesitknoller i serpentinen sees hyppig ved Røragens nordende.

Svartberget nær ved er en serpentinbrekcie med stykker af de omgivende skifere.

Serpentinen er fuld af fede sletter eller skjøler, med pikrolit, talk. Asbestgange er også hyppige. Langs med sletterne må glidning eller ryk være foregået, disse sletter overskjære også kromjern-årene og gjør deres forfølgning vanskelig.

Serpentinen er næsten ligeså sort som kromjernet selv, hvilket kan lede til misgreb, men den sidste kjendes ru for fingrene, den første derimod fed.

Mellem Skåkåskletten og Rødhammeren (Røros) sees skifer. Her var den første grube i Røros ertsfelt, Lossius gruben. Omtrent alentykke kisinge eller kisleier findes her indskudte, få alen fra grændsen, mellem skiferlagene, hvilke er de samme kloritglimmerskifer og glimmerskifer som i Rødhammerens sydlige side. På begge sider sees den umiddelbare grændse, skiferen mod serpentinen. Også i stollen til Rødhammer kromgrube sees den umiddelbare grændse, en kvartshård skifer 12—15' kommer her lige i grændselinien (O. Olsen).

Serpentin-grændsen i Rødhammeren.



Olivinsten

i større masser er hidtil lidet kjendt indenfor Trondhjems stift. Olivinsten*) blev påvist i Norge 1864 (Krist. Vidensk. selsk. forh. 1864 s. 322) fra Vanelvdalen, hvor den ved Gusdalsvand danner store masser; derhos i Murudalen (Gudbrandsdalen), i Tronfjeld (Østerdalen), på begge disse steder sammen med serpentin, til hvilken bergart olivinstenen er knyttet ved overgang. Videre blev den påvist i Hovden (Horningdal, på veien til Hellesylt), her med enstatit (se Kr. Vidensk. selsk. forh. f. 1859 s. 353), fremdeles ved Birkedals vand (Volden), i Ørsten, i Hjørendfjord ved Leknæs (efter Hiortdahl). Hauan bragte prøver fra Nordland, Kalvholmen ved Hestmandø, Torsvik i Melø. Hr. K. Pettersen har påvist kupper af olivinsten i Tromsø amt, Stappen ved Skutvikvand, Knause ved Tromsdalstind. I Prøver fra sidstnævnt sted, såvelsom fra Pollenæs og Røberg sees enstatit.

Her i det trondhjemske felt er spor af olivinsten eller af en med olivin blandet bergart fundet af Hauan: Bjøna-haugen (Omø, Kristiansund), Bjørøen (ved Møre, Åfjorden), Syd Krogøholmen (ved Bjørnøer) og måske Villa og Bjørøen nær indløbet til Namsen-fjord. På disse steder optræder en smudsig farvet brungul og sort bergart, måske bestående af olivin, granat, augit(?)

Den uforandrede olivinsten kjendes foruden af farven let ved egenvægten, der når over 3.

Forsøg til en ordning af nogle nordenfjeldske ertsforekomster.

Det første spørgsmål, som påtrænger sig om ertsforekomsterne er: hvorledes ligge de i forhold til hverandre?

*) At de såkaldte serpentin-krystaller fra Snarum undertiden i det indre vise olivin er forlængst iagttaget. Universitetets samlinger eie prøver. Men olivinsten er ikke hidtil fundet i Snarum.

Her skal derfor forsøges en ordning, der støtter sig til vor foregående undersøgelse. Nogle få data om gruberne kunde ved denne leilighed finde plads.

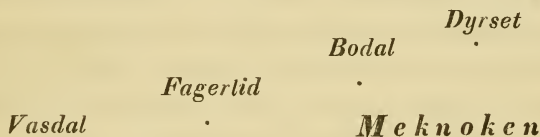
I. Ertser i Vestranden

a) *Jern-ertser*: Monsø og Grønø mellem Frøien og Hitteren, magnetjern med epidot i gneis (Keilhau).

Møllergård ved Bjugn fjord, 5' mg magnetjern leieformigt i grundfjeldets lag, med spor af svovlkis (Hauan).

b) *Kobberkis og svovlkis*: Bodals værk, Averøen, har Dyrset- og Bodals gruber omkring Meknoken, Fagerlid- og Vasdals gruber omkring Fagerlidfjeldet. De ligge på en linie v.s.v.

Malmen i Dyrset er magnetkis med noget kobberkis (Hauan).



Smølen. Strømmens grube, ø. for Jøstelen, n. for Skjelberg, kobberkis og magnetjern 18—24" mg i brudstykkebergart.

Smedhaug grube, 10' mg kobberkis, magnetkis, magnetjern samt granatfels i lersandsten (Hauan).

Efter bergm. Ellefsen holder malmen 3 pct. kobber.

Helene grube, mellem begge hine, fører de samme ertser samt pistacit.

Nøsthaugens skjerp $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{4}$ mil v. for Skjelberg og nær søen

Bretingholmen, ny

Helgustøen, gammel, kobber- og svovlkis, fattig indsprengning i kvarts

c) Fremdeles i og ved Vestranden findes

Ytre Ås skjerp s.o. ved Bottenvand (Rissen) var 1866 anlagt på 2 næsten lodrette strenge svovlkis, som i 1 favns dyb ikke gik sammen. Samlet ren kis kun 1', oventil med iliggende stykker berg. I grundfjeldets hornblende-skifer.

Rissens gamle grube eller Bergs grube, v.s.v. ved gården Berget øverst i Skaugsdalen, altså vel den samme som „Skaugsgruben“, drøi magnetkis næsten uden spor af kobberkis (Sinding). I glimmerskifer ledsaget af kornig kalksten.

Finæs skjerp ved sydsiden af Værafjord (på samme linie som Rissens grube), kobberkis indsprenget i grøn protogineis (Hauan).

Disse 3 spor til kis-anvisninger ligge på den dalsprække, der går op med Rissen og ned til Værafjord.

Gjølme- og Rømme gruber, s. ved Ørkedalsøen, venstre dalside, kobberkis og magnetkis i kloritskifer, grundfjeldet.

Ofstad skjerp ved Ofstad længer n. ude ved Ørkedalsfjorden. En gang af kobberkis og brunkis i kvarts, kalkspat, med uregelmæssige udvidelser og indknibninger, i hornblende-skifer, grundfjeldet.

II. I Meldalens grønsten.

Dragset grube. Her haves 3 parallele leier med fald 30° mod øst. Gedigent kobber optræder hyppigt på sletter i bergarten (bergm. Ellefsen).

Langlien skjerp n.o. ved Garberg 1867, svovlkis med lidt kobberkis og zinkblende, i skifer nær vestgrænsen af grønsten feltet. Sandsynligvis = den senere *Dragset* grube.

Lökkens grube, egentlig Lykkens (Gottes glück) optaget 1655, „den dybeste og vidtløftigste af alle nordenfjeldske gruber“ på bergm. H. C. Strøms tid. Efter samme er ertsleiets fald 70—80° mod n. $\frac{1}{2}$ —6 mg, 7—14 lgtr udstrækning, noget kobberholdig, mest tæt svovlkis. I det hængende findes erts i årer slyngende sig gennem bergarten til over 50

lgtr udstrækning. Efter bergm. Sinding synes man at have fulgt et regelmæssigt svovlkisleie i det liggende, mod 10 lgtr mg, samt en stokformet masse med indsprenget kobberkis i det hængende. Kisen er kvartsholdig, efterlader et porøst kvarts-skelet. Prøver gav ikke 1 pct. kobber i gjennemsnit, derhos spor af kobolt. Nu sees i dagåbningen svovlkis, kobberkis, zinkblende, alt finkornet i grøn skifer, rød jernkisel o. fl., måske ertsen samlet i disse skiferfragmenter samt knyttet til en grøn felsit-porfyr som ved Åmot, alt omgivet af Meldalens grønstenfelt.

Höidals grube. De samme ertser samlede i rød jaspis, sandsynligvis store skifer flag, i grønstenfeltet.

Åmot grube, kobberkis og svovlkis, knyttet til en n.n.o. strygende gang af porfyr. De ertsførende partier udgå som plader fra begge sider af gangen. (T. Dahll 1864). Porfyren synes at være en grønligvid felsitporfyr, egenvægt 2.68. Gruben indstyrtede 5 mai 1870.

Disse grubers beliggenhed i forhold til hverandre er således:

Dragset

Åmot

Lykken Höidal

III. Omkring Opdals granit.

Undals grube (Skamfær), som blev drevet før 1677, på østlige side af Skauma nær Birkaker, stribet svovlkis, lidt kobberkis, spor af magnetkis i skifer, fald 40° østligt, 12—15' mg. Efter bergm. Sinding holdt prøver 1 pct kobber, smeltmalmen gav $3\frac{3}{4}$ pct., begge med spor af kobolt. Leiet overskjæres stundom af eurit (bergm. Ellefsen). Graniten møder $\frac{1}{4}$ mil i s.o. Skjerp findes længer s. Om såkaldte eurit se ovenfor s. 51. Sandsynligvis er disse også ellers i omegnen

hyppige euriter de samme masser som Opdals granit, og heller ikke meget forskjellig fra Ytterøens elvan-gang

Indset eller Navadals grube er formodentlig den gamle grube, der sees på s. siden af Ørkla mellem Indset og Navadal (se træsnittet JN s. 25). Graniten er ikke langt borte.

Björndals grube ved Haukadalen på høiden mellem denne og Budal. Af gammel hald såes kobberkis og svovlkis indsprenget i sort lerskifer og hvid talkglimmerskifer. I nærheden hvide granitgange (Hauan) En mand, som i sin tid selv havde arbeidet i den gamle grube, opgav, at malmen var kobberkis i kvartsberg.

IV. I Vasfjeldets gabbro og grønsten skal nævnes mellem de mange skjerp, de fleste ubetydelige:

Sjölen- og *Vasgruben* (= Ulriksdals gamle gruber som dreves 1670) i Skardet på grændsen mellem Vasfjeldets gabbro-grønsten-felt og de tilstødende Trondhjems skifer. Faldet i grube n 2 er 40° mod s.s.o., tæt svovlkis. I grube no. 1 sees uregelmæssige malmgange med tæt svovlkis, lidt kobberkis. Malmen er randet ved zinkblende (1866).

V. Omkring Sælbu sø og Strandbygd fjeld.

a) *Ved Sælbusöen* findes flere større og mindre kiædrag af eiendommeligt slag på linier, der stryge op mellem Vasfjeldets linie og Strandbygd fjelds. Vi kan kalde den Sælbu kis. Denne ere ofte tæt og mat (glandsløs), derhos så blød, at den ridses med kniven (hvilket ikke er tilfældet med almindelig svovlkis), ofte temmelig mørk farvet, måske af iblandet kul eller bitumen. I denne tætte masse sees fine, ofte kun papirtynde sværmende årer af almindelig svovlkis. Lervig, Draksen, Kjerklid, Hoås har denne kis

*Hoås**Kjerklid**Draksen**S æ l b u s ö**Lervig*

Langs sydsiden af Sælbu søen: Idet vi gå fra v.s.v. mod o.n.o. i de steilt stående skifers strøg sees Rundhøgdaens skjerp ø. ved Vigen, flere skjerp omkring Lervig, ved Donøivandselvns udløb og ø. for samme, endelig også længer ø. ved Renå.

På nordsiden, ved Draksen i elveleiet med strøg o.n.o., fald 74° s.s.o., Sælbukis, som skal være fulgt 200' i udstrækning og som er 12—14' mg. Denne tilsyneladende så rene kis indeholder efter hr. Hiortdahls analyse 40.45 pct. svovl o: 75.84 pct. eller omtrent $\frac{3}{4}$ svovlkis.

b) *Omkring Strandbygd fjelds* linie findes tæt ved grønsten grænsen mange skjerp, mellem hvilke Kjerklid og Engvold. Længer mod n.o. komme vi til

c) N. ved Klevfjeld: Strax ø. for Klevjangård ligger Klevjan grube med hvid, men kvartsrig svovlkis, længer ø. Hoås grube og anvisninger, de sidste med Sælbukis, samt lige ved samme Hoset grube med samme kis, i dagen 18' mg, i 3—4 favnes dyb kun 7—8' mg. Dette er tilsammen Lexdalens anvisninger (bergm. Ellefsen). Hoset grube står i lersandsten. Anvisningerne ligge n. omkring Klevfjeldets Trønder-grønsten.

VI. Omkring Mælshognas gabbro-felt samt i udkanterne videre mod n.o., ved Fonfjeld o. fl. st. findes mange anvisninger, knyttede til eruptivernes linier (cfr. J. Hørbye Nyt mag. bd. 11 s. 220).

Disse ertsforekomster kan overskues således:



a) Østsiden: *Guldals* gruber. Efter bergm. Sinding, som skildrer en skålformig leining, findes i en af gruberne vakker Mug-grube-malm. Efter bergm. Sell er i et andet skjerp 1—4' mg brunkis med indsprengt kobber. Den oplagte skeidede malm antog han at holde 3 pct. kobber.

Kjöli grube, i dagåbningen findes 2 parallelle leier, tæt svovlkis sprengt med kobberkis og magnetkis, neppe 2 pct. kobber (bergm. Sinding).

Grönskar grube.

Ramfjeldets grube, ø. under Fongen.

b) Vestsiden: Gamle *Sælbu* grube (gamle gruben 1713) i møllestensskifer, tæt svovlkis med vakker kobbergehalt (bergm. Sinding).

Græslid grube. Herfra fundet arsenikkis.

Rødhammer grube. *Kårslåt* grube.

Til Mælshognas felt slutte sig, liggende mod n.o.

Lillefjeld grube i grøn skifer, opdaget 1751. Malmen ligner Kongens grubes ved Røros, svovlkis og kobberkis derhos noget kvarts, er opfaret til 110 lgtr dyb, har i strøg udstrækning af 75 favne, er $\frac{1}{4}$ —2 favn mg. Faldet 45° mod v. På dybet synes leiet kobberfattigere og førende mere magnetkis. Bergm. H. C. Strøm bemærker: ertsleiet er mægtigst i søndre stoss, har i nordre ofte delt sig i 2 grene, før det udgår.

VII. Omkring Fonfjeld og Volakleppen.

Fonfjelds grube, ø. for Fonfjelds grønsten. Kisleiet falder 40° mod v.n.v i grøn skifer samt klorit-kvartsskifer. Grynet svovlkis med kalkspatkorn, deri kobberkis og zinkblende. Søndre skjerp 22 lgtr dybt i faldets retning (Hauan).

Gamle Fonfjelds grube $\frac{1}{8}$ mil længer s., tæt svovlkis med indsprenget kobberkis (bergm. Sell), i udstrækning 5—6 favne, $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{3}$ favn mg, holdende omtrent 3 pct. kobber (bergm. Ellefsen).

Gilså grube $\frac{1}{2}$ mil s.s o for Lillefjelds.

Kongs grube s. under Volakleppen.

Son vandets grube n. for Volakleppen, v. for Fonfjeld.

Torsbirk grube, fald 50° fulgt til 55 lgtr dyb i faldretningen (bergm. Sell).

VIII. Meget længer n. ligge i række med den vestre eller ydre linies gruber:

Malså anvisning med svovlkis 3 favne bred, 1 favn mg, i det hængende kobberkisdrummer, i kloritskifer. Flere svovlkisleier i nærheden.

Vitringshalden skal vise 2—4' mg, 2—3 favne bred svovlkis. Begge disse steder ligge mellem Storkjernvolas (Stokvola, kapt. Kreftings kart) protogin-granit og Hervolas ældre granit.

Gulstad og Mok gruber, optaget omkring 1766, i grøn skifer og glimmerskifer uregelmæssigt indsprenget med erts,

som er kobberholdig svovlkis (Gulstad) eller renere kobberkis (Mok eller Blankstøten) efter bergm. Sinding (i Bergmanden no. 6 1846, no. 4 1847). Nær under Storkjernvolas granit.

IX. Ytterøen.

Ytterøens gruber (formodentlig det første fund nordenfjelds, nævnes 1518) ved Forberg, tidligere drevet på kobber. Malmen nævntes da dels hårdmalm α : kobberkis med mindre svovlkis og kvarts, dels kismalm α : kobberkis intimt blandet med fin svovlkis. Den sidste fører indtil 10 pct. kalk, spor af arsenik. Idet til prøve toges $\frac{1}{2}$ tønne malm tilbørlig blandet og pukket, fandtes

hårdmalm at indeholde 9.6—9.8 pct. kobber

kismalm - - - 3.0 - - (bergm. Sinding).

Siden 1861, da driften ifølge foranledning af hr. A. S. Bachke begyndte på svovlkis, steg belægget fra 10 mand til 500 mand, og den årlige produktion hævede sig til 40,000 tons (à 2000 \mathcal{T}). Udskibnings kisen holder efter den af de engelske konsumenter vedtagne analytiske metode

no. 1 kis 44—48 pct. svovl

no. 2 kis 40—44 - -

Kisen er finkornet til grynet. Den indeholder jævnt iblandet kobberkis med fra spor indtil 3 pct. kobber. Kobberkisen optræder derhos temmelig ublandet i floer midt i kismassen, samt i kvartsnyrer og ledsaget af magnetkis. Der er 2 tilsyneladende parallele, over hinanden liggende stokke, som afbygges ved Storgruben og le Breton. Afstanden mellem begge er 12 favne. Storgrubens stok eller ertslineal når på sin største bredde 45 favne, med mægtighed af indtil 8 favne. Den har sin længderetning ø-v, sit fald mod n. med skiferne, de sædvanlige grønne Trondhjems skifer (klorit og kvartsholdige). Le Breton's dimensioner ere forholdsvis

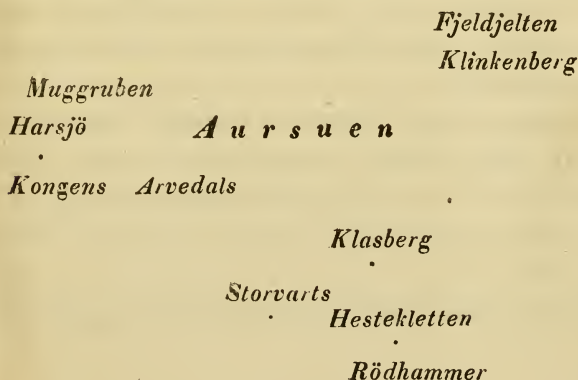
mindre. Storgrubens kismasse overskjæres i ø. af en „elvang“ (den er rødlig farvet felsitporfyr, egenvægt 2.6) med retning n.o. I sammes østre ende er flusspat ikke sjelden. Såvel i det hængende som i det liggende er skiferen indvævet med kis. Den tidligere drift holdt sig til det hængende i den østre ende, og gav malm med gjennemsnitlig 3.5 pct. kobber (efter A. S. Bachke).

S.o. for Ytterøen lå Tingstad gamle grube ved Levanger. Kobberkis og magnetkis indsprenget 1 lgtr mg i glimmerskifer, med neppe over $1\frac{1}{2}$ pct. kobber (H. C. Strøm).

X *Röros ertsfelt.*

Röros og Merakers ertsfelt afgrænses ved granit i ø. Vigelfjeldene og Skarsfjeldene eller Kjølens granit, ved serpentin i s. Skååskletterne, Rødhammeren, Feragens fjeldene, ved saussurit-gabbro og granit i s. Øiungens felt og Eidets granit, samt videre mod n v. ved gabbro: Mælshognas kjæde. Indenfor disse både i geologisk og tildels også i geografisk henseende stærkt fremtrædende grændser ligge de fleste gruber. Derhos findes i små kupper andre mere tvivlsomme eruptiver, som er vanskeligere at navngive. Ertsforekomstens afhængighed af eruptivernes linier synes således også her midt i dette skiferfelt at vise sig i nyt eksempel.

Gruberne kan således overskues:



Harsjö grube, 3' mg svovlkis, magnetkis og kobberkis i kloritskifer, der falde 50° mod v. ligesom kismassen (Hauan).

Mug gruben, malm i lighed med Storvarts, ertslinealens mægtighed $\frac{1}{2}$ favn, bredde 60 f. længde fulgt over 420. Ertsen synes overalt at danne et net omkring stykker af sidestenen (H. Hansteen).

Kongens grube. Man har lignet Kongens grubes „ertslineal“ eller det fulgte forgrenede ertsleiested, således som det viser sig ved de (borttagne partier) afbyggede rum, med en handske til venstre arm, indstukket på skråt mellem de ikke stærkt heldende, undertiden noget bugtede lag. Man har regnet i gjennemsnit 4 pct. garkobber af Kongens grubes malm, derimod 8 pct. af Storvarts. Ertsleiestedet er fulgt i længde 1000 favne, bredde 50, det indtager i høide 1 favn, er svovlkis indsprenget med kobberkis, deri skiferstykker. Over ertsen i det hænggende ligger den såkaldte „hårdart“, som her synes at være en grå lersten. Egenvægt 2.8 og analyse (bd. 10 s. 271) taler herfor. Formodentlig er dette den samme masse, som kan udvikles til den nedenfor Arvedals grube i myren ved Arvsjøen forekommende grålighvide hornblende-glimmerskifer, en ægte Røros-skifer (se ovenfor s. 43 og 52.)

Universitetets samling eier fra Kongens grube et håndstykke, medbragt af J. Esmark, fra midten af malmleiet. Dette stykke viser grovkornet gabbro, lig Mælshognas og Hermansnasens.

Storvarts grube. Ertsen er kobberkis, magnetkis, noget svovlkis, deri granater og glaskvarts, i grøn kloritskifer. Lagene falde 8°, den fulgte ertslineal derimod 4°. Længde fulgt 600 favne, bredde 100–200, høide eller mægtighed $\frac{1}{2}$ – $\frac{3}{4}$ favn.

Universitetets samling eier fra Storvarts grube en eien-

dommelig bergart, bestående af hvide halvklare feldspatkry-staller indvoxede i en grundmasse af skjælet klorit ganske på sædvanlige porfyrrers vis.

Hesteklettens grube, og Christian V, som danne et øvre, samt Nyberg og Solskin, som måske sammen med Storvarts danne et nedre skål-leie (cfr. H. Hansteen Nyt mag. bd. 10, s. 264) ligge alle omkring Hesteklettens eruptiv, der fortiden kun kan navngives som en hornblendesten.

Klinkenberg grube, flere parallelle lag, tilsammen 6—7 lgtr mg, fladt faldende, med erts, som er bergart blandet med svovlkis, sparsom kobberkis, magnetkis, zinkblende, derhos hornblende og kalkspat (bergm Sinding).

N. derfor Matis grube og Fjeldjeltens grube.

XI. Ved Kjølens linie

findes nogle ubetydelige skjerp. Gruvsjø skjerp ved Gruvsjøens n.o. ende viser små lodrette, indtil 6" mg gange af magnetkis med noget kobberkis, de sætte gennem kvartsit, der ligger svævende (Hauan).

Esnas grube på vestsiden af Esnas udløb fra Esand sjø. Malmen siges at stå lodret, i glimmerskifer. Ertsen følges af magnetjern, granat, magnetkis; der er god tilgang på malm, men vanskelighed for at skeide den (bergm. Sinding).

I Gluggens kvartsskifer findes nyrer af magnetkis, deri drummer af blyglands.

XII. Jern-leiesteder der synes at tilhøre straterne:

Ramsfjeldets anvisninger ved Gunæs sæter udgjør flere parallelle strenge: magnetjern blandet med bergarten, lersandsten, i 5000' udstrækning og tilsammen henved 18' mg, tildels med spor af svovlkis (Hauan).

St. Olafs skjerp eller grube, ved foden af Ramsfjeld, ved Ørkla v. for Birkaker. Her sees en kvartsstreng indsprenget med og i årer indeholdende jernglands, magnetjern,

6—12' mg. Omgives af skifer (Hauan). Bergm. Sinding nævner forekomsten som et jernholdigt kvartsleie, der i sin rigeste del holder heller 20 end 40 pct. jern.

Jernskjerp $\frac{1}{4}$ mil n. for Sesås i Sælbu, kvartsberg med magnetjern og lidt kis (Hauan).

Venen og Rensjø skjerp i Mostadmarken, jernglands indsprenget i kvartsleier (bergm. Sinding).

Grönlid grube sammesteds, finskifrig jernglimmer tildels blandet med glimmerskifer, deri oktaedre af magnetjern. „Af bedste slags“ bergm. H. C. Strøm). Er et nyre af 1—3 fvn mg og udstrækning. Flere skjærper omkring, men ikke jernmalm i mængde (samme).

Et af *Grönskard* skjærper viser i kisleiets hængende $\frac{1}{2}$ —1' mg tæt magnetjern, af nogle favnes udstrækning (H. C. Strøm). Bergm. Sinding: i det hængende af gamle Grönskardets grube findes mægtig magnetjern, som dybere skal gå sammen med kisleiet.

Kjöli. Måske i fortsættelse af Kjöli grubes leiested sees magnetjern 1 lgtr mg, forurenat med svovlkis og kobberkis (bergm. Sinding).

Om vi undlade fortiden at udtale os om Veststrandens lidet udprægede ertsforekomster I samt om Ytterøens berømte kismasse IX, hvorom en nøiere beskrivelse kan ventes af hr. Bachke, da er i det foregående dog opregnet og ordnet på en naturlig måde den større del af ertsforekomsterne. De ordne sig da således, idet vi, skydende alle detaljer tilside, kun fæste blikket ved de store forhold:

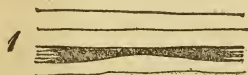
synligt knyttede til eruptivernes linier				uden synlig tilknytning men dog afgrænsede indentor eruptivers linier			tilhørende straterne	
II	III	IV	Vb	Va			X	XII
VI	VII	VIII						

At disse nordenfjeldske ertsforekomster ligesom så mange

andre i Norge ere knyttede til eruptivernes linier, kan således sneppe omtvivles. Kartene vise dette forhold alt mere og mere, eftersom de blive fuldstændigere; det kan lidet nytte at nægte det. Navnlig sees, at de trondhjemske kis-masser vise sig på en eller anden måde knyttede til de yngre eruptiver (opførte øverst i oversigten s. 71). Men forinden man bliver stående ved at slutte til et direkte årsags forhold mellem eruptivernes grændser eller strøg : „linier“ og erts-masserne, må vi vistnok gjøre os det klart, at forbindelsen også kan være en mindre direkte.

Erts-imprægnationen kan nemlig være foregået langs med disse linier. Dette er en direkte forbindelse. Ertserne ere da ligetil knyttede til eruptiverne

Eller, da eruptivernes linier ere de styrende i lagstillingerne store forhold, kan det også være tilfældet, at forhen for en del eller helt forhånden værende ertsnedlag mellem straterne ere bragte tilsyne ved eruptiverne, nemlig i det straterne blev knækkede, kastede, reiste langs med eruptivernes linier. Ertsmasserne kunde derved formedelst de samme lag komme til at vise sine udgåender. Lader os nemlig forestille os, at et ertsnedlag er tilstede i dybet mellem vandret liggende lag. Det er da ikke synligt og anes ikke (1). Men lad så straterne knækkes, reises, presses formedelst store bevægelser, der ledsage eruptivernes fremkomst:



Ertsleiet vil da kunne komme tilsyne (2) i et drag, der må følge eruptiven af samme grund som har virket, at straterne følge eruptiven.

Man vil da endnu med rette sige, at ertsen er knyttet til eruptivens linie, om end årsags forholdet skulde være et indirekte, idet eruptiven ikke har virket til ertsmassen selv, men kun bragt den tilsyne. Dette gjælder, forsåvidt man kan bevise, at ertsmassen lå allerede færdig dannet mellem straterne før eruptiven. Skulde man ikke kunne bevise dette, skulde det kunne gjøres sandsynligt, at ertsen skylder en del af sin masse f. ex. til emanationer langs de samme brudlinier, da bliver igjen årsags forholdet ganske direkte. Vi ville altså indtil videre holde fast ved denne lov, som synes at ligge udtalt for os: ertsforekomsterne ere for en del knyttede til eruptivernes linier.

Idet vi holde fast ved denne regel, slutte vi os til foregående undersøgelsers resultat.

Man sammenligne Keilhau om erts-leiestederne ved de post-siluriske eruptivers (den Keilhauske skoles „massiver“) grændser Gæa norvegica s. 82*).

Om kobber-leiestederne ved den gamle granits grændser, Tellef Dahl om Telemarkens geologi Nyt mag bd. 11, s. 165.

Om kis-falbånd og nikkelholdig magnetkis ved gabbromassernes grændser bd. 11 s. 194.

Om jernertser i granatfels og i granit bd, 11, s. 337.

Om titanjern i norit, T. Dahll: De geologiske undersøgelser i Kristiansands stift, Naturforsker mødet i Stockholm 1863 s. 275.

*) At man i sin tid slog disse erts-forekomster som såkaldte „kontakt-ertser“ sammen med de på og ved de samme grændser af selve straterne udviklede mineraler „kontakt mineralerne“, tilhører et nu tilbagelagt standpnnkt i kundskab om Norges geologi. Ertserne ere fremmede for straterne og kunde ikke udvikles af straternes oprindelige masse. Kontaktmineralerne derimod tilbøre for en stor del selve straternes oprindelige masse og ere forsåvidt kun udviklede af dem.

Oversigt af fjeldbygningen i Trondhjems stift.

Lagfølger ordnede efter deres sandsynlige plads: *Eruptiver* ordnede efter ejennemvrydningen indbyrdes og ejennem lagsystemerne:

Silurisk kalksten. Gulås skifere. Trondhjems-feltets yngre afdeling Glimmerskifer-zonen og kværnsten-draget, et forvandet strøg. Konglomerat- og sandsten-rækken, en indleining i Trondhjems-feltet.	}	Grønsten, saussurit-gabbro, gabbro. Hvid granit, felsitporfyr. Hornblendegranit, diorit, gabbro, serpentin og olivinsten.
---	---	---

{ Protogin-granit. Kjølens granit.

Trondhjems-feltets ældre afteiling indeholdende flere-
steds mægtige marmor-drag.

Kjølens kvarts-fjeld.

{ Granit og stribet granit i Vestranden, gammel granit.

Grundfjeldets lag.

Tilbageblik.

Trondhjems stift indeholder på et langt men forholdsvis smalt rum og flersteds i let tilgængelige snit, store forholde, der oplyse om den skandinaviske halvøys bygning. Af kartet sees yderst ud mod havet grundfjeldet og graniten i Vestranden, derhos beliggenheden i Ørkedalen af det indskrænkede felt, hvor fossiler ere fremfundne. Med disse kalkstene har vi et sikkert udgangspunkt. Men spørgsmålet, om vi ikke skulde have yngre afdelinger end den siluriske, kan fortiden ikke besvares ganske bestemt. Sålænge fossiler ikke fremfindes også fra flere punkter, kan der være noget rum for visse formodninger, uagtet sandsynligheden er liden.

I de 4 snit ø. for dette ved fossiler bestemte felt så vi længst i ø. den gruppe af lag, som man har kaldt Merakers skifer. S. for disse ligger udstrakt det felt, der består af Røros skifer. Vi har stillet os for øie, at disse navne kun har mineralogisk betydning. I midten har vi for os den krystallinske zone af glimmerskifer, der s. for snittene fremstiller sig som det berømte kværnstens drag. På begge sider udenom denne zone så vi et skiferfelt af mindre stærkt forvandlede skifere og lerstene, hvortil Suls skifere i n. og Gulas skifer i s. høre. Længst i v. opdukker konglomerat- og sandsten-rækken samt Trondhjems ældste skifere. Længer i ø. har vi Kjølens kvartsfjeld.

De tvivl, som fortiden påtrænge sig, sålænge ikke fossiler ere fremfundne navnlig fra kalkstendragene, hvilke vi bruge som tråde til at vejlede os i labyrinten, ere:

1. konglomerat- og sandsten-rækkens noget uvisse stilling
2. Kjølens kvartsfjeld.

Af disse tvende leds bestemte plads vil meget hænge; 1) kunde nemlig tænkes yngre end ovenfor er antaget, 2) kunde tænkes ældre end antaget. Med 1) vil følge nøiere

fastsættelse af Gulas skiferfelt. Med 2) vilde følge om dette som ældre skulde skilles fra sparagmit-fjeldet, at vi søgte grændserne længer syd, uden tvivl s. for Rundan. Røros-skiferne vilde i dette tilfælde indtage en lavere plads, end ovenfor er tildelt dem. Sylenes hornblendeskiifer kan neppe bestemmes i Norge.

Men forblive vi således indtil en vis grad usikre om flere leds plads, står dog dette fast, at vi her har kjæder, ældre og yngre lagede fjeld-systemer, ældre og yngre eruptiver samt store forvandlede dele af lagsystemer for os. I spørgsmålet om lagsystemers gennemgående forvandling vil Trondhjems stifts geologi stå højt mellem mange strækninger med mindre klare forholde. Hvad ethvert slags lag kan fremstille i yderste forvandlede krystallinske tilstand, synes her at ligge tilskue. Omyandlingsteorierne få her en vid og dog afgrændset mark. Alunskiifer optræder forvandlet til grafitiskiifer, forskellige af Trondhjems feltets skifere og lerstene til hornblende-glimmer-skiifer (Røros-skiifer) og glimmer-lersten (Tydals), lersandsten til nålesandsten, store skifermasser til glimmerskiifer og kværnsten, kalkstene til marmor med forskellige isprængte mineraler o. s. v. Men ud over disse forvandlinger kan ikke grændsen strækkes.

Eruptiverne optræde mellem disse lag-systemer på en udpræget måde, tildels i store strøg, tildels i dagen kun som spredte kupper. At de store geotektoniske forholde knytte sig til eruptiverne, har vi også her for øiet. Endelig var ertsernes fordeling på visse strøg eller linier omkring eruptiverne umiskjendelig. Alt dette udmærker det lange forholdsvis smalle rum af land, som udgjør Trondhjems stift.

Her skal vi endnu tilsidst minde om konglomeraternes

betydning som indskrænkende omvandlings-teorierne indenfor en grændse (af Kr. Vidensk. selsk. forh. 1867):

Vest for konglomeraternes lange linie fra Opdal til Stenkjær ligger Norges vestrand for os, bestående af grundfjeldets lag gjennembrudt af granit. Disse bergarter navnlig den sidste finde vi igjen som stykker og rullestene inde i konglomeratet.

Dette er et talende alders bevis.

Man var engang meget tilbøielig til at antage sådanne bergarter med indlagte knoller for „pseudokonglomerater“. Det, vi nu anse for virkelige brudstykker, skulde ifølge hin antagelse ikke være virkelige brudstykker, men udskilte dannelser, som man forklarede under navnet „sekretion“ eller „konkretion“. Vore undersøgere hertilands have fast alle tidligere hyldet en sådan anskuelse. Før geologien arbeidede til fremlæggelsen af et kart som første mål, kunde vistnok let en sådan anskuelse vinde rum. Når iagttageren således stod ligeoverfor en bergart, som med en tilsyneladende usædvanlig eller „forandret“ grundmasse frembød iliggende knoller af et andet slags, men indbyrdes lige, så lå den mening nær, at knollerne vare udskilninger af en oprindelig anderledes beskaffen masse, som nu lå delt for iagttagers øine, til knollerne på den ene side og til grundmassen på den anden. Således hed det navnlig om Rustens konglomerat eller brekcie, om hvilken man antog, at den også opviste væsentlig kvarts-knoller. Men i Rustens konglomerat findes knoller af mange slags. I de skønne vægge, som chaussee-arbeidet (omlægningen af Rusten ved Laurgård i Gulbrandsdalen) har blottet og lagt tilskue og tilgjængelige for enhver reisende, ser man en hel udstilling af bergarter, de forskjelligste brudstykker liggende regelløst om hverandre, men alle af bergarter, som gjenfindes hvilende

under dette konglomerat. Taler altså allerede brudstykker-
nes mange slags eller konglomeratets „polygeniske“ natur
mod antagelsen af pseudo-konglomerater på disse steder, så
kommer hertil endnu brudstykkernes form; thi formen
er overhovedet rullestenens. Begrænsningen er skarp.
Den slidte afnyttede form er påtagelig. Man kan lægge disse
brudstykker ved siden af sådanne, som rulle og bevæges og
slides den dag i dag. Ligheden vil være umiskjendelig. Men
der ligger et stort rum af tid mellem dengang, disse stene
rulledes, og nu, nemlig meget af den lange tid, da plante-
og dyrliv fremstod og forsvandt, mange gange, da „jorden
antog ny skikkelse“.

Men den store ælde, som disse i den faste klippe nu
indkittede rullestene besidde, er også et meget kraftigt bevis
mod de omvandlings-teorier, som en skare af nye geologer
helst hylde. I al denne tid nemlig have disse brudstykker
ligget upåvirkede, uforandrede, og det vil da sige, at i al
den tid har her ingen forandring foregået. Vi gjenkjende
jo hver enkelt af de ældgamle bergarter; vi kunne gå hen
og skaffe os prøver ved hjælp af disse brudstykker ligeså
godt som vi kunne tage prøverne af det urgamle fjeld selv.

Mellem disse brudstykker — såvel i rustens konglomerat
eller breccier, som i de trondhjemske konglomerater — er
et stort antal granit-stykker. Denne kjendsgjerning be-
rører igjen granitens og mange med den nærstående
eruptivers teori.

Det hedder nemlig nu i omvandlings-teoriernes ånd, at
vi finde desto mere granit, jo længer vi stige ned eller gå
tilbage i straterne og i tiden, ikke fordi granit var færdig
dannet før, allerede fra urgammel tid, men fordi vi der,
længst nede i formationsrækken, finde de masser, som have
været længst påvirkede af de kemiske forandringer, der for-

udsættes at foregå. De, der antage, at granit dannes efterhånden ved visse — hidtil lidet udviklede — kemiske processer, som skulde tilføre noget og bortføre andet i masserne, bruge tid og atter tid som et væsentligt moment. De antage, at den gamle granit, hvorpå disse konglomerater hvile, ikke var granit fra først af, men at den først ved omvandling gennem tiderne blev granit. De må da også antage, at disse brudstykker af granit i konglomeraterne fremstod som granit brudstykker først ved omvandling. Dog de forskellige brudstykker ligge ikke sammen zonevis, her af et slags og her af et andet slags. De store forvandlinger og ombytninger af stoffe, som vi måske dristigen skulde kunne tænke os rum for i de store masser, øine vi her ikke rum for. De forskjelligste brudstykker ligge uordentlig sammen. Hvorledes skulde vi kunne forklare, at nogen specifik forskjellig forvandling her kunde have fundet sted, som gjorde en knolle til granit, en til marmor, atter en anden gneis o. s. v. — alt indenfor mellemrum af nogle tommer? Og hvorledes skulde det gå til, at disse så gennemgribende forvandlinger med de enkelt liggende knoller ikke også skulde have indvirket på selve grundmassen, som omslutter knollerne? Men grundmassen i konglomeratet er netop den samme grønne klørit-holdige skifer- eller lersten-masse, som vi også kjende andetsteds fra i de sædvanlige trondhjemske skifere uden knoller. Denne grundmasse er altså ikke her fremgået som et produkt af nogen forvandling; det er den sædvanlige skifer. Og i den sædvanlige skifer ligge brudstykker af andre, fremmede, men dog sædvanlige bergarter. Og disse brudstykker har bibeholdt sin natur. Men hvad bliver der altså her tilovers af alle hine store omvandlinger, som skulle have grebet masserne, når

enhver sten, ethvert stykke i så lang tid har beholdt sin natur!

Enten må disse brudstykker være virkelige rullestene, og da vise de, at ingen forandringer have foregået gennem disse masser i et enormt tidsrum, et af de største tidsrum, som geologien har at opvise. Og dette strider aldeles mod infiltrations-teoriene.

Eller brudstykkerne er vistnok virkelige, men de besidde nu en omvandlet natur; men under denne antagelse tilkommer det os at vise, at omvandlingen her har været forskellig i natur for hver tomme sten, medens den dog til anden tid og på andet sted har leveret mange kvadratomile af monoton, ensartet granit. Og dette kan umuligt vises.

Eller endelig må det atter antages, ligesom engang, at brudstykkerne er ikke virkelige brudstykker, men at konglomeratet er et pseudokonglomerat. Vi have da i grundmassen det tiloversblevne efter en forandring, som bevirkede, at pseudo-brudstykkerne udskiltes ved kemiske processer. Grundmassen er da, befriet fra visse stoffer, blevet hvad den nu er. Men det er dog den samme grønne lerstens masse, som vi kjende så vel fra den trondhjemske skifer-formation overhovedet der, hvor den optræder uden brudstykker. Og det står da tilbage for os at vise, hvad det er for stoffer, som disse trondhjemske skifer have befriet sig for, førend de bleve til hvad de nu ere. Da vi ikke komme nogen vei med de to sidste antagelser, må vi vende tilbage til den første.

Brudstykkerne i de trondhjemske konglomerater vidne altså imod granitens fremkomst i uendelig lang tid ved langsom omdanning. Når vi skride langs med disse konglomerat-klippers vægge, da have vi en hel udstilling for os af kornede og stribede granit-afændringer, og vi har ret til at slutte, at graniten ligeså vel som de andre bergarter i

brudstykkerne var allerede færdigt dannet i fjeld, førend konglomeratet afleiedes i strater. Disse fjeld ødelagdes delvis, ruinerne opsledes til brudstykker, og brudstykkerne rulledes og nedlagdes til „konglomerat“. Konglomeratet selv er gammelt, det indtager en plads langt nede i formationsrækken. Men ingen kan påstå, at brudstykkerne brugte den lange tid til at blive hvad de nu er. Granit-brudstykkerne var granit og er granit, sandsten-stykkerne var sandsten og er sandsten.

(sluttes).

I N D H O L D.

Indledning 1. Hitterens og Ørlandets konglomerat og sandsten 3. Vestranden a) mellem Vinjefjord og Trondhjemsfjord 5. b) mellem Trondhjemsfjord og Namsenfjord 7. Indgående flige af Trondhjems skiferen i Vestranden 9. Siluriske kalkstene 11. Fossiler fra Kalstad 13. Det trondhjemske skifer-felt 18. Trondhjems-skiferens ældste afdeling 20. Konglomerat- og sandsten-rækken 23. Profilet i Opdal 24. I Guldalens snævring 26. Yngre afdeling af Trondhjems skiferne. Gulas skiferfelt 30. Kalkstene 32. Fire snit gennem Trondhjemsfeltet 38. Meraker-profilet 36. Jemtlands profilet, Vuku profilet 40. Sjøkerhat-ten 41. Merakers lersten 41. Tydals glimmer-lersten 42. Røros ski-fer, Sælbu-kværnsten 43. Grundsfjeld inderst ved Trondhjemsfjorden 46. Eruptivernes linier a) i Vestranden, b) indenfor Trondhjemsfjorden 47. Grønsten og gabbro i den ydre linie 49. Yngre hvid granit 50. Saus-surit-gabbro, grønsten, grovkornet gabbro, Mælshognas linie 52. Ser-pentin 53. Olivinsten 56. Forsøg til ordning af nogle nordenfjeldske erts-forekomster 56. I Ertser i Vestranden 57, II i Meldalens grønsten 58, III omkring Opdals granit 59. IV i Vasfjeldets gabbro og grønsten 60, V omkring Sælbusø og Strandbygd-fjeld 60, VI omkring Mælshognas gabbro-felt 62, VII omkring Fonfjeld og Volakleppen 63, VIII Malså, Gulstad og Mok 63, IX Ytterøen 64, X Røros ertsfelt 65, XI paa Kjø-lens linie 67, XII jernleiesteder, som synes at tilhøre straterne 67. Oversigt af fjeldbygningen i Trondhjems stift 71. Tilbageblik 72.



Et Par Ord om mathematiske Grændser.

Af

S. A. S e x e.

I 17de Binds 1ste Hefte af „Nyt Magazin for Naturvidenskaberne“ skrev jeg nogle Bemærkninger om Satserne $\frac{0}{a} = 0$, $\frac{a}{0} = \infty$ og $\frac{0}{0} = z$: hvilkensomhelst Størrelse. Man har paastaaet, at jeg deri ikke har behandlet den saakaldte Grændsemethode efter Fortjeneste.

Det var ikke min Hensigt, i bemeldte lille Opsats at gaa videre ind paa de noksom bekjendte Fremgangsmaader, hvorpaa man har søgt at gjøre bemeldte Satser logisk forføielige, end som behøvedes, for at vise, at de ikke fyldestgjøre den bogstavelige Opfatning af Satserne, og for at paa-pege, at den Bevisførelse, som nærmest svarer til den bogstavelige Forstaaelse af Satsen $\frac{0}{0} = z$, er den, der under $\frac{0}{0}$ lægger en Initial- eller Final-Hastighed. At ikke Grændsemethoden gjør bemeldte Opfatning Fyldest, tror jeg vil yderligere fremgaa af det Følgende.

§ 1.

Der gives en Grændse, hvorom det heder: „Hertil og ikke længer“. Dette synes at være tydelig og bestemt Tale.

Imidlertid naar der handles om en Størrelses. en Funktions Grændse eller Grændseværdi, saa er det ikke udenvidere afgjort, om Grændseværdien ligger i Størrelsens, Funktionens Begreb og saaledes hører med til dens Gebet, eller om den ligger umiddelbart udenfor samme. Udtrykket, Grændse, er saaledes tvetydigt. En trigonometrisk Sinus f. Ex. kan oscillere mellem $+r$ og $-r$ i en Cirkel, hvis Radius er $= r$. Høiere end til $+r$ kan Sinus ikke stige, og dybere end til $-r$ kan den ikke synke. $+r$ og $-r$ er saaledes Grændseværdier for Sinus. Sinus kan blive $= +r$, uden at ophøre at være Sinus; den kan ogsaa antage Værdien $-r$, uden at ophøre at være Sinus. $+r$ og $-r$ ligge saaledes i Sinusens Begreb, udgjøre det Yderste af dens Gebet, men høre dog med til samme.

Naar en Størrelse, en Funktion, med Bibeholdelse af sit Begreb kan naa en vis Værdi, men ikke overskride samme, uden med det samme at overskride sit Begreb og Gebet, saa vil jeg kalde bemeldte Værdi Funktionens Extrem.

Der gives ogsaa en Grændse, hvorom det heder, at man kan komme den saa nær, som man vil, men aldrig naa den. Herved man dog vel underforstaaes: ved visse arithmetiske Operationer. Thi den kan naaes ved Suppositioner og iblandt ved Tankeexperimenter, hvorvel det kan have sine store Vanskeligheder, at bringe disse tilende med tilfredsstillende Klarhed. En trigonometrisk Sekant kan som bekjendt, naar Cirkelns Radius er $= r$, oscillere mellem r og $+\infty$. Saaledes er r og $+\infty$ Sekantens Grændser, hvorvel $+\infty$ er Udtrykket for Grændseløshed. Men Sekanten kan ikke blive $= r$, uden at komme ud over sit Begreb, eller at ophøre at være Sekant. En Sekant er jo en forlænget Radius. Og naar Sekanten synker ned til r , bliver Bue $= 0$; og om en Sekant til en Bue, som ikke eksisterer, kan der jo ikke være

Tale, eiheller om Sekant til 360° , som ingen Bue er. En trigonometrisk Sekant kan heller ikke gaa over til $\pm \infty$, uden at komme ud over sit Begreb, eller uden at ophøre som saadan. Thi en saadan Sekant er ifølge sin geometriske Definition en endelig Størrelse, knyttet til et Skjærepunkt mellem den geometriske Tangent til Buens ene Endepunkt og den forlængede Radius gennem Buens andet Endepunkt. Grændsestørrelserne $+r$ og $\pm \infty$ ligge saaledes ikke i Sekantens Begreb, høre selvfølgelig heller ikke med til dens Gebet, men ligge umiddelbart udenfor samme.

Naar en Funktion med Bibehold af sit Begreb kan nærme sig en vis Værdi, saameget man vil, men ikke naa den, uden med samme at gaa udenfor sit Begreb og Gebet, saa vil jeg i Mangel af et bedre Navn kalde denne Værdi Funktionens *externære Størrelse*, eller kortere: *Funktionens Externær*.

En positiv Sinus kan oscillere mellem $+r$ og 0 , ligesaa en negativ Sinus mellem $-r$ og 0 . Som ovenfor bemærket, er $+r$ og $-r$ Sinusens Extremer, hvilket ikke er Tilfældet med 0 . Thi naar Sinus er gaaet over til 0 , saa er den ingen Sinus mere. En forsvunden Størrelse er ingen Størrelse, en forsvunden Sinus er ingen Sinus. Derimod er 0 Externæret baade for den positive og den negative Sinus, og, naar Fortegnet sættes ud af Betragtning, et Externær for Sinusens mindste Talværdi.

I Geometrien har man i Fladen et Externær for Legemet, i Linien et Externær for Fladen og i Punktet et Externær for Linien. Tænker man sig nemlig et geometrisk Legeme — for Simpelheds Skyld — med to parallelle Sider, hvis Afstand fra hinanden er $= x$, og lader man den ene Side være urokket, medens den anden nærmer sig, indtil x bliver $= 0$, saa har man intet Legeme mere; men man har et Noget uden Tykkelse, men med Bredde og Længde, og

dette Noget er Fladen. Tænker man sig en Flade — for Simpelheds Skyld — et Plan med to parallelle Sider, hvis indbyrdes Afstand er x , og lader man den ene Side være urokket, medens den anden nærmer sig, indtil x bliver $= 0$, saa har man ingen Flade mere, men man har et Noget uden Tykkelse og uden Brede, men med Længde, hvilket Noget man kalder en Linie. Tænker man sig en Linie — for Simpelheds Skyld ret — hvis Længde er x , og lader man dens ene Ende urokket, medens den anden nærmer sig, indtil Længden forsvinder, saa har man ingen Linie mere, men man har et taaget Noget uden Tykkelse, uden Brede og uden Længde, som man kalder et Punkt. Man kan mærke sig, at disse Externærer ere specifik forskellige fra de ved dem begrændsede Størrelser: Fladen er specifik forskjellig fra Legemet, Linien fra Fladen og Punktet fra Linien, hvoraf følger, at de hverken ligge i den respektive Størrelses Begreb eller høre med til dens Gebet, men optræde umiddelbart udenfor samme. Et Legemes Overflade hører ikke med til Legemets Rumfang, men ligger umiddelbart udenfor samme; en Flades Omrids hører ikke med til Fladens Areal, men ligger umiddelbart udenfor samme; en Linies Endepunkter høre ikke med til Liniens Længde, men ligge umiddelbart udenfor samme. Men hvorvel Externæret ikke ligger i den respektive Størrelses Begreb, saa ere det dog, naar Størrelsen er endelig, en Konsekvents af samme. Et geometrisk Legeme af et endeligt Rumfang maa have en Overflade; en Flade af et endeligt Areal maa have et Omrids, og en Linie af en endelig Længde har selvfølgelig Endepunkter, eller dog Endepunkt.

Tænker man sig tvende Polygoner — for Simpelheds Skyld regulære — den ene indskreven i en Cirkel, den anden omskreven en Cirkel, og at Antallet af deres Sider for-

øges i det Uendelige, saa er Cirk lens Fladeindhold Externæret for Polygonernes Fladeindhold og Cirk lens Periferi Externæret for deres Perimetrere.

Er AB, (Side 98) en plan Kurve, S_1S en ret Linie, som skjærer Kurven i Punkterne m og n , φ den Vinkel, som denne Sekant danner med Xaxen, T_1T en geometrisk Tangent til Kurven i Punktet m , og φ_1 den Vinkel, som Tangenten danner med Xaxen: saa vil, naar S_1S dreies om Punktet m , indtil n falder sammen dermed, S_1S falde paa T_1T , og φ blive $= \varphi_1$; men idet φ bliver $= \varphi_1$, ophører den at være en Vinkel mellem en Sekant og Xaxen. Følgelig er φ_1 Externæret for φ og tang φ , Externæret for tang φ .

ψ være den Vinkel, som en gennem Hyperblens Centrum dragen ret Linie, der skjærer Hyperblen, danner med Xaxen, og ψ_1 den Vinkel, som Asymptoten danner med samme Axe: saa kan man om Centret dreie bemeldte, Hyperblen skjærende, rette Linie, indtil den falder sammen med Asymptoten. ψ bliver derved $= \psi_1$, men ophører med det samme at være en Vinkel mellem en Hyperblen skjærende Linie og Xaxen. Følgelig er ψ_1 Externæret for ψ og tang ψ , Externæret for tang ψ .

En Størrelse, som, uden at gaa ud over sit Begreb, kan strække sig fra og med $-\infty$ til og med $+\infty$ har intet Externær. Uden nærmere Bestemmelser ere geometriske Legemer, Flader, Linier og Tid Størrelser, som, uden at gaa udenfor deres Begreb, kunne strække sig fra og med $-\infty$ til og med ∞ . Tallet har 0 som Externær, hvor det begynder, men har intet Slutningsexternær.

§ 2.

Det Udtryk, hvori en explicit Funktions vilkaarligt foranderlige Størrelse eller Størrelser med eller uden Konstanter optræde, og hvori de Operationer angives, gennem hvilke

Funktionen fremstaar af bemeldte Størrelser, vil jeg kalde Funktionens operative Udtryk eller kortere: Operativ, og jeg forudsætter at dette Udtryk er blevet udledet af Funktionens iforveien fastsatte Begreb eller Definition. De Maxima og Minima, som en Funktion har ifølge sit Operativ, falde snart sammen med dens Extrem, snart med dens Externær. Saaledes er $f \text{ Ex. } + \sqrt{r^2 - \cos^2 x}$ et Operativ for $\sin x$ i en Cirkel, hvis Radius er $= r$. Ifølge dette Udtryk er Sinusens Maximum $= +r$ og Minimum $= -r$. Som forhen anført er baade $+r$ og $-r$ et Extrem af Sinus.

$$\text{Sec } x = \sqrt{r^2 + \text{tang }^2 x}.$$

Den mindste Værdi, som Sekanten ifølge dette Operativ kan faa, er r . Som forhen bemærket er r Sekantens Externær.

$$\cos x^*) = \sqrt{r^2 - \sin^2 x}.$$

Den største Værdi, som Cosinus kan faa ifølge dette Operativ, er r . Ifølge sin geometriske Definition kan Cosinus nærme sig Radien, saameget man vil, men ikke naa den, uden at ophøre som Cosinus, hvorfor r er Cosinusens Externær. Der kan nemlig ikke være Tale om Cosinus til en Bue, som ikke eksisterer, ei heller om Cosinus til en hel Cirkel, som ingen Bue er. Man siger vistnok at Cosinus er $=$ Sinus til Buens Komplement, altsaa

$$\cos 0^\circ = \sin 90^\circ = r.$$

Men 90° er ikke noget Komplement til 0° . 90° udgjør 90° uden Tillæg af 0° , som intet Tillæg er. Der kan eksistere en Sinus uden Cosinus, men der kan ikke eksistere nogen Cosinus uden Sinus. Forestiller y Cosinus, x Sinus og r Radien, saa har man

$$y = \pm \sqrt{r^2 - x^2}$$

*) $\cos x$ er Afstanden mellem $\sin x$ og Centret.

Ifølge dette Operativ er Maximum af $y = + r$, og Minimum $= - r$. Men man glemmer i dette Udtryk, at baade y og x forudsætte Tilyærelsen af en Bue, og at en Bue paa 180° ingen Sinus har.

Naar den eller de Operationer, som antydes i et operativt Udtryk, der bestaar af blot eet Led, ikke lade sig iværksætte, saa vil jeg sige at Udtrykket har overskredet sit operative Extrem og er gaaet over til sit operative Externær. Dette kan, naar Operativet kun indeholder een vilkaarligt foranderlig Størrelse, blot ske paa to Maader, nemlig enten derved, at den vilkaarligt foranderlige Størrelse bliver $= 0$, eller derved, at den bliver $= \pm \infty$. Naar f. Ex. Opera-

verne $\frac{x}{a}, \frac{a}{x}, \frac{x}{x}, x^n, x^x$, og $x^{\frac{1}{x}}$ ere gaaede over til $\frac{0}{a}, \frac{a}{0}, \frac{0}{0}, 0^n$,

0^0 og 0^0 , saa kunne de antydede Operationer ikke iværksættes, og Udtrykkene have overskredet den mindste Værdi af x , ved Hjælp af hvilken der kunde været opereret 0 : de ere gaaede over til sit Externær. Naar de samme Operativer ere forvandlede til $\frac{\infty}{a}, \frac{a}{\infty}, \frac{\infty}{\infty}, \infty^n, \infty^\infty$ og $\infty^{\frac{1}{\infty}}$, saa

lade de antydede Operationer sig heller ikke iværksætte. Thi en uendelig stor Størrelse kan — efter min Formening idetmindste — hverken undergives nogen arithmetisk Operation, eller bruges som Instrument, ved Hjælp af hvilket man udfører en saadan Operation. Man begriber nemlig ikke, fatter ikke, magter saaledes heller ikke den uendelig store Størrelse, hvilket dog vel maa være Betingelsen for Operationer paa og med den. En anden Sag er det, at man kan slutte sig til, hvad et operativt Udtryk med uendelig store Størrelser betyder.

Naar et Operativ, bestaaende blot af eet Led, gaar over

til sit Externær, saa gaar Funktionen over til sit respektive Externær, forudsat, at dette lader sig bestemme. Det kan kun have en Værdi. Exempler.

$$1. \quad \frac{a \sin x}{a \cos x} = \text{tang } x$$

Sættes her $\sin x = 0$, udkommer

$$\frac{0}{a} = \text{tang } 0^\circ.$$

Af Trigonometrien ved man, at $\text{tang } 0^\circ = 0$, altsaa

$$\frac{0}{a} = 0.$$

Men naar Tangenten er $= 0$, saa er den ikke nogen Tangent længer; følgelig er 0 Tangentens, Functionens Externær.

$$2. \quad \frac{x}{a} = y.$$

Sættes her $x = 0$, udkommer

$$\frac{0}{a} = 0.$$

Thi naar der Intet er at dividere, saa kan der ikke udkomme nogen Kvotient, hvilket betegnes ved at anbringe et 0 paa Kvotientens Plads. y er det kvantitative Udtryk for et geometrisk Forhold. Men naar x bliver $= 0$, bortfalder Begrebet Forhold. Følgelig er 0 Externæret for Funktionen y .

$$3. \quad \frac{a \sin x}{a \cos x} = \text{tang } x.$$

Sættes her $\cos x = 0$, udkommer

$$\frac{a}{0} = \text{tang } 90^\circ.$$

Den saakaldte $\text{tang } 90^\circ$ er $= \infty$, altsaa

$$\frac{a}{0} = \infty.$$

Men den trigonometriske Tangent er ifølge sin geome-

triske Definition en endelig Størrelse, knyttet til et Skjærepunkt mellem den geometriske Tangent til Buens ene Endepunkt og den forlængede Radius gennem Buens andet Endepunkt. Men naar Buen er $= 90^\circ$, saa er der intet Skjærepunkt, følgelig ingen Tangent, med andre Ord: naar den trigonometriske Tangent er slaaet over i det Uendelige, saa er den ikke længer en saadan Tangent. ∞ er saaledes et Externær for den trigonometriske Tangent. Altsaa naar Operativet $\frac{a \sin x}{a \cos x}$ gaar over til sit Externær, saa gaar Funktionen over til sit Externær.

$$4. \quad \frac{a}{x} = y.$$

Sættes her $x = 0$, udkommer

$$\frac{a}{0} = \infty.$$

At y bliver ∞ , naar x bliver $= 0$, kan man argumentere sig til saaledes: x kan gøres saa liden, at y bliver større end hvilket som helst givet endeligt Tal, følgelig maa y blive uendelig stor, naar x forsvinder. Denne Argumentation er imidlertid ikke synderlig slaaende, vel hovedsagelig af den Grund, at Intet og Uendeligt ikke ere synderlig klare Begreber, eller egentlig kun ere Negationer, det første af Tingene, det andet af Tingens Begrænsning. Det bliver ogsaa først gennem Exempler, hentede fra Geometrien, tilfulde klart, at det meningsløse $\frac{a}{0}$ paa den ene Side af Lighedstegnet medfører ∞ paa den anden Side. y er et kvantitativt Udtryk for et geometrisk Forhold. Men naar x bliver $= 0$, bortfalder det geometriske Forhold. Følgelig er ∞ et Externær for Funktionen y .

5. Har man et Prisma, hvis Høide er $= x$, hvis rektan-

gulære Grundflades ene Side er $\equiv r$, den anden $\equiv a-x$,
og hvis Kubikindhold er $\equiv y$, saa er

$$y \equiv r (a-x) x$$

$$\frac{y}{x} \equiv r (a-x)$$

og
$$\frac{0}{0} \equiv ra,$$

hvor $\frac{0}{0}$ er Externæret for $\frac{y}{x}$, og ra Prismets Grundflade
eller Externær nedad, idet x og y forsvinde.

6. Er AB , (Side 98) en Kurve, hvis Ligning er $y = f(x)$,
mp $\equiv \Delta x$ og np $\equiv \Delta y$, saa er

$$\text{tang } \varphi \equiv \frac{\Delta y}{\Delta x} = f'(x) + f''(x) \frac{\Delta x}{1.2} + f'''(x) \frac{(\Delta x)^2}{1.2.3} + \text{etc.}$$

Lader man Punktet n bevæge sig, indtil det falder sam-
men med m , saa falder S, S sammen med T, T . og Ligningen
gaar over til
$$\text{tang } \varphi_1 \equiv \frac{0}{0} = f'(x),$$

hvor φ_1 er Externæret for φ . tang φ_1 for tang φ , $\frac{0}{0}$ for $\frac{\Delta y}{\Delta x}$

og $f'(x)$ for $f'(x) + f''(x) \frac{\Delta x}{1.2} + f'''(x) \frac{(\Delta x)^2}{1.2.3} + \text{etc.}$, naar

man — hvad den er det Rigtige — betragter denne sidste
Størrelse som en Funktion af Δx , medens x , $f(x)$ og de af-
ledede Funktioner for Tilfældet betragtes som konstante
Størrelser.

7. Er ψ den Vinkel, som en gennem Hyperblens Centrum
dragen ret Linie, der skjærer Hyperblen, danner med X axen,
og ψ_1 Asymptotens Vinkel med samme, saa er, som forhen
bemærket, ψ_1 Externæret for ψ og tang ψ_1 Externæret for
tang ψ . Men tang ψ_1 er $= \frac{b}{a}$; altsaa er $\frac{b}{a}$ Externæret for
tang ψ . Men, som bekendt, er

$$\text{tang } \psi = \frac{b}{a} \sqrt{\frac{x-a}{x+a}}.$$

Sættes $x = \infty$. saa forvandles Operativet $\frac{b}{a} \sqrt{\frac{x-a}{x+a}}$ til $\frac{b}{a} \sqrt{\frac{\infty-a}{\infty+a}}$, hvorved det, skjønt egentlig ikke bestaaende af blot et enkelt $L d$, er gaaet over til sit Externær. Thi operere paa og med en uendelig stor Størrelse kan man ikke. Imidlertid kan man dog skjønne at baade $\infty - a$ og $\infty + a$ maa komme ud paa det samme som ∞ . Og da man ved at $\frac{x}{x} = 1$ for alle endelige Værdier af x , saa inducererer man, at ogsaa $\frac{\infty}{\infty} = 1$. Følgelig kommer man til det Resultat, at

$$\frac{b}{a} \sqrt{\frac{\infty-a}{\infty+a}} = \frac{b}{a} \sqrt{\frac{\infty}{\infty}} = \frac{b}{a} \sqrt{1} = \frac{a}{b}.$$

Ved at gaa over til sit Externær, leverer altsaa Operativet $\frac{b}{a} \sqrt{\frac{x-a}{x+a}}$ Funktionens Externær.

Hvad angaar andre operative Udtryk end saadanne, som blot bestaa af eet Led, saa lader sig vanskelig angive noget for ethvert Tilfælde gjældende Kjendemerke paa, naar de gaa over til deres Externær, og naar de afgive Funktionens Externær. Der lader sig dog sige saameget, at naar de give Funktionen Værdien o eller ingen Værdi, saa har man i dette o Funktionens Externær. Passerer Funktionen igjennem o og skifter Fortegn, saa danner o tillige Externæret mellem Funktionens positive og negative Feldt. Passerer Funktionen igjennem o fra det saakaldte Reelle til det saakaldte Imaginære, eller omvendt, saa danner o Externæret mellem Funktionens reelle og imaginære Feldt. Faar Funk-

tionen en uendelig stor Værdi, saa har den enten intet Externær. eller ogsaa skriver den uendelig store Størrelse sig fra Funktionens Diskontinuitet, i hvilket Fald $\pm \infty$ er dens Externær.

§ 3.

Som det vil sees, bestaar Grændsemethoden — for de omhandlede Funktioners Vedkommende idetmindste — i en Paavisning af at, naar Funktionens Operativ gaar over til sit Externær eller Grændse (Grændsen exclusive), saa gaar Funktionen over til sit Externær eller Grændseværdi (Grændseværdien exclusive). Det er saaledes paavist, at naar $\frac{x}{a}$

i Ligningen $\frac{x}{a} = y$ gaar over til $\frac{0}{a}$, saa gaar y over til

0 og intet andet; paavist, at, naar $\frac{a}{x}$ i Ligningen $\frac{a}{x} = y$

gaar over til $\frac{a}{0}$, saa gaar y over til ∞ og intet andet;

fremdeles paavist, at, naar $\frac{\Delta y}{\Delta x}$ i Ligningen

$$\frac{\Delta y}{\Delta x} = f'(x) + f''(x) \frac{\Delta x}{1.2} + f'''(x) \frac{(\Delta x)^2}{1.2.3} + \text{etc.}$$

gaar over til $\frac{0}{0}$, saa gaar den anden Del af Ligningen over til $f'(x) = z$ og intet Andet.

Men dette er en Paavisning af Fakta, og ingen Begribeliggjørelse af Fakta. Det er idetmindste ikke hermed bevist, begribeliggjort, at 0 er en Kvotient af $\frac{0}{a}$, ∞ af $\frac{a}{0}$ og z af $\frac{0}{0}$.

Naar der tales om en Grændse, som en Funktions Værdi kan nærme sig. saameget som man vil, men aldrig naa, hvilken Grændse paa Fransk kaldes la limite og her et Ex-

ternær, saa underforstaar man, som forhen bemærket, at den ikke kan naaes gennem arithmetiske Operationer. Naar man altsaa siger, at $\lim \frac{x}{a} = 0$, $\lim \frac{a}{x} = \infty$ og $\lim \frac{\Delta y}{\Delta x} =$

$f'(x) = z$, saa forudsætter man at den i $\frac{0}{a}$, $\frac{a}{0}$ og $\frac{0}{0}$ i Ud-sigt stillede Division ikke lader sig udføre, hvilket kommer ud paa det samme som en Forkastelse af den bogstavelige Forstaaelse af Satserne $\frac{0}{a} = 0$, $\frac{a}{0} = \infty$ og $\frac{0}{0} = z$.

Grændsemethoden præsterer saaledes ikke, hvad den idetmindste i Begyndernes Øine giver sig Mine af at præstere, nemlig Beviset for at, hvad der staar paa den ene Side af Lighedstegnet i disse Satser, er Resultatet af Operationerne og Operationsmidlerne paa den anden Side; men den leverer et *qui pro quo*, idet den paaviser det Faktum, at Udtrykkene $\frac{0}{a}$, $\frac{a}{0}$ og $\frac{0}{0}$ ikke paa Grund af hvad ligger i dem og lader sig bringe ud af dem, i og for sig betragtede, men paa Grund af Antecedentia og Herkomst uvilkaarlig faa Betydningen af, eller fremstille sig som Repræsentanter for 0 , ∞ og z .

Ifølge en anden Opfatningsmaade er 0 , ∞ og z efter Ordenen den sidste Kvotient af $\frac{x}{a}$, $\frac{a}{x}$ og $\frac{\Delta y}{\Delta x}$. Der synes ogsaa at være Noget, som taler for denne Anskuelse. Tager man for sig f. Ex. Ligningen $\frac{a}{x} = y$, betænker, at y er en Kvotient af $\frac{a}{x}$, og forfølger man det kontinuerligt aftagende x , indtil det forsvinder, saa synes det at man maatte støde paa en sidste Kvotient, ud over hvilken y ikke kan

komme, og at altsaa ∞ maa være denne Kvotient. Men betænker man paa den anden Side, at y ikke ophører at voxe, førend x ophører at være, at det uendelig store y forudsætter et $x = 0$; betænker man det Absurde i at en Størrelse skulde kunne lade sig dividere med Intet, eller at der skulde existere et geometrisk Forhold mellem Noget og Intet: saa synes det klart, at ∞ ikke kan være nogen sidste Kvotient af $\frac{a}{x}$ eller et Extrem af y , men maa være sammes Externær. Af lignende Grunde kommer man til det Resultat, at o ikke er nogen sidste Kvotient af $\frac{x}{a}$ og at z ikke er nogen sidste Kvotient af $\frac{\Delta y}{\Delta x}$ eller af en Divisor og Dividend som samtidig forsvinde.

Tanken om at der maa være en sidste Kvotient af $\frac{x}{a}$,

$\frac{a}{x}$ og af $\frac{\Delta y}{\Delta x}$ lader sig imidlertid ikke afvise. Men da Funktionen maa passere denne Kvotient umiddelbart, førend den gaar over til sit Externær, saa er det let tænkeligt, dels at man forvexler den sidste Kvotient med den externære Størrelse, dels at man anseer dem Begge for et og det samme. Man magter jo ikke at forfølge en mod o ilende Størrelse lige ind i dens Tilintetgjørelsesmoment og overvære samme; man magter ikke at stille sig skarpt for Øie Grændsen eller Berørelsen mellem at være og ikke være.

Men hvorom alting er, naar man, hvad der er det Almindelige, betragter en Funktions Operativ som det Oprindelige og Funktionen som det Afledede og Afhængige, eller naar man betragter Operativet som et Værksted, hvorfra Funktionen gaar ud: saa synes det besynderligt, at en Funk-

tion skal kunne faa nogen anden Værdi end 0, naar de i Operativet foreskrevne Operationer ikke lade sig iværksætte, enten nu Uiværksætteligheden skriver sig derfra, at Operationsmidlerne mangle, eller derfra, at de blive uendelig store og med det samme uhaandterlige for den menneskelige Forstand. At en Funktion under saadanne Omstændigheder skal kunne faa nogen anden Værdi end 0, synes at være det samme som at Tingen skal kunne bestaa, efter at Betingelserne for samme ere bortfaldne. Men herved er at bemærke, at en Funktions Externær ikke er nogen Funktionens Værdi, hører ikke med til Funktionens Gebet, men ligger umiddelbart udenfor samme, og at saaledes Funktionen er aftraadt, naar den externære Størrelse viser sig. Det maa ogsaa bemærkes, at det operative Pseudoudtryk, som svarer til Funktionens Externær, ikke ligger i Funktionens Operativ, men umiddelbart udenfor samme. Og, som forhen bemærket, er det kvantitative og det operative Externærs Svaren imod hinanden kun en Konsekvents af de Ligninger, hvoraf de ere Reminiscentser. Det er saaledes kun tilsyneladende, at en Funktion faar en anden Værdi end 0 af et, saa at sige, dødt Operativ.

Betragter man paa den anden Side Funktionen som det Oprindelige og dens Operativ — hvad der idetmindste ofte er Tilfældet — som udledet af dens Definition, forfølger man Funktionens foranderlige Værdi indtil dens Extrem, og forløber dette sig i noget Udenforstaaende: saa maa det jo forekomme ganske naturligt, at Funktionens Operativ med det samme slaar over i en meningsløs eller ubrugbar Form.

Grændsemethoden lider af den Ufuldkommenhed, at den ikke er let at forstaa. Begrebet om en Grændse, som man kan nærme sig, saameget man vil, men aldrig naa, er nemlig ikke synderlig klart. Hertil kommer at Grændseværdien,

Externæret, iblandt savner et konkret Underlag, og saaledes kun er et analytisk Fænomen. Desuden kan man støde paa det Tilfælde, at $\frac{0}{0}$ ikke svarer til noget kvantitativt Externær eller Grændseværdi. Er nemlig $y = ax$, saa er $\frac{y}{x} = a$

og $\frac{0}{0} = a$. Medens dette $\frac{0}{0}$ er det operative Externær for $\frac{y}{x}$, er a ikke noget kvantitativt Externær, hvortil Funk-

tionen nærmer sig. Fluxionsmethoden, som under Nullerne i $\frac{0}{0}$, vistnok i Strid med Udtrykket, lægger en Initial- eller

Final-Hastighed, synes at være forstaaeligere. Man har i saa Fald baade Dividend og Divisor. Og et Forhold imellem Distantser, som kunde eller vilde blive tilbagelagte i en given Tid ved konstante Hastigheder, er ligesaa forstaaeligt som et Forhold mellem virkelig gjennemløbne Distantser. Man kan imidlertid støde paa Tilfælde, hvori det genererende Punkts Hastighed parallel den ene eller den anden Koordinat-axe bliver $= 0$, med det samme $\frac{\Delta y}{\Delta x}$ gaar over til $\frac{0}{0}$.

Naar man indvender mod Fluxionsmethoden, at den bygger paa Begreber, som ikke høre hjemme i den egentlige Geometri, nemlig Tidsbegrebet og Hastighedsbegrebet, saa maa det bemærkes, at, naar man har med foranderlige Størrelser at gøre, saa ligger Tidsbegrebet idetmindste meget nær. Enhver Forandring foregaar jo i Tiden og forudsætter Tid; og til en kvantitativ Forandring knytter sig uvilkaarligt Begrebet om Hastighed. Desuden synes Tidsbegrebet og Hastighedsbegrebet at være ligesaa klare, eller, om man vil,

uklare, og at blive ligesaa tidligt afslørede for den menneskelige Bevidsthed, som Rumfanget, Fladeindholdet og Afstanden.

Den bogstavelige Forstaaelse af Satserne $\frac{0}{a} = 0$, $\frac{a}{0}$

$= \infty$ og $\frac{0}{0} = z$ har sneget sig ind i Mathematiken paa

en falsk Analogi, en Analogi, som finder Sted med Hensyn til Tegnet, men ikke med Hensyn til Tingen. Man har overført paa 0, paa Intet, hvad der, for at gjælde, forudsætter et substantielt Noget, hvilket har havt meget Hovedbrud til Følge. Hovedbruddets Tid kan vel siges at være forbi for længe siden, undtagen for Autodidakter. Naar en Begynder støder paa en Sats som $\frac{0}{0} = z$, saa tager han den uvil-

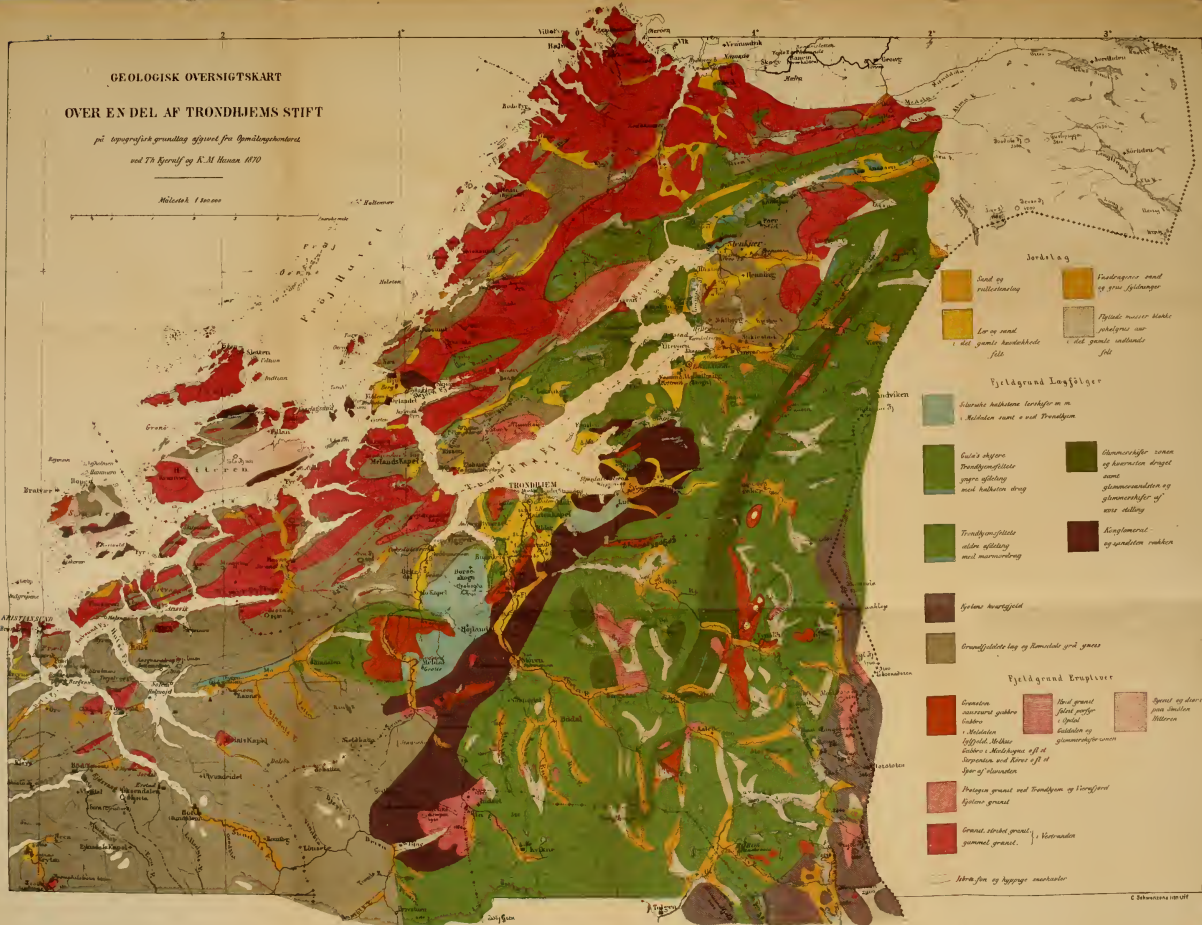
kaarligt i bogstavelig Forstand. At 0 lader sig dividere med 0 og at deraf udkommer en Kvotient, begriber han ikke, og hans Fornuft protesterer. Men paa den anden Side staar det jo i Bogen. Og hvorfra skulde vel dette z komme, om ikke fra en Division af 0 med 0? Naar da Begynderen ikke har Anledning til at henvende sig til en Lærer, som har gennemgransket Tingen, og heller ikke Bogen gjør opmærksom paa, at Satsen ikke skal tages bogstaveligt: saa bliver han staaende tvilraadig mellem sin Fornuft og Bogens Autoritet, hvoraf Følgen ofte bliver enten at han i sit stille Sind anseer Mathematiken for Noget, hvori der ingen sund Mening er, eller mistvivler om sin Evne til at forstaa den.

GEOLOGISK OVERSIGTSKART

OVER EN DEL AF TRONDHEJMS STIFT

på topografisk grundlag aftegnet for Quidlingshistorien
 ved T. H. Kjerulf og K. M. Hansen 1870

Målestok 1:100,000



Jordbælg

- Sand og silt
- Lo og sand
- Det gamle sandbælte

- Indersigten sand og græs
- Fjeldens gamle sand og græs
- Det gamle sandbælte

Fjeldgrund Lagfølge

- Skiferne
- Skiferne

- Skiferne
- Skiferne

- Skiferne
- Skiferne

- Skiferne
- Skiferne

- Skiferne
- Skiferne

- Skiferne
- Skiferne

Fjeldgrund Eruptiver

- Skiferne
- Skiferne
- Skiferne
- Skiferne
- Skiferne

- Skiferne
- Skiferne
- Skiferne
- Skiferne
- Skiferne

